یونٹ

6

عناصر کی علیحدگی کے طریقے اور عام اصول
(General Principles and Processes of Isolation of Elements)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- معدنیات، کچ دھات، ارتکاز، Benefaction، تکلیس (Calcination)، روسٹنگ، تخلیص وغیرہ اصطلاحات کی تشریح کر سکیں۔
- استخراج کے عملوں پر تکسید اور تحویل کے اصولوں کے اطلاق کو سمجھ سکیں۔
- Zn، Cu، Al اور Fe کے اصول استخراج پر گبس توانائی اور اینٹراپی جیسے حرحرکیاتی تصورات کا اطلاق کر سکیں۔
- اس بات کی تشریح کر سکیں کہ Cu_2O جیسے کچھ مخصوص آکسائڈوں کی تحویل Fe_2O_3 کے مقابلے زیادہ آسان کیوں ہوتی ہے۔
- اس بات کی تشریح کر سکیں کہ مخصوص درجۂ حرارت پر CO ایک مساعد تحویلی ایجنٹ کیوں ہے جبکہ دیگر معاملات میں کوک بہتر تحویلی ایجنٹ ہے۔
- اس بات کی تشریح کر سکیں کہ تحویلی مقاصد کے لیے مخصوص تحویلی ایجنٹ کا استعمال کیوں کیا جاتا ہے۔

حرحرکیات اس بات کی وضاحت کرتی ہے کہ استخراج کے عمل میں دھاتی آکسائڈ کی دھات میں تحویل کے لیے مخصوص تحویلی عناصر اور کم سے کم مخصوص درجہ حرارت کیوں مناسب ہے۔

قدیم زمانے سے تہذیب کی تاریخ مختلف طریقوں پر دھاتوں کے استعمال سے وابستہ رہی ہے۔ قدیم انسانی تہذیبوں میں تو مختلف ادوار کے نام بھی دھاتوں کے نام پر رکھے گئے ہیں۔ دھاتوں کے استخراج کے فن سے انسان کو دھاتیں بھی ملیں اور پھر ان سے انسانی سماج میں مختلف تبدیلیاں بھی آئیں۔ دھاتوں سے انسان کو اوزار، ہتھیار، زیورات اور برتن وغیرہ ہی نہیں ملے بلکہ ان سے ہماری تمدنی زندگی بھی مالا مال ہوئی۔ سونا، چاندی، تانبہ، سیسہ، ٹن، لوہا اور پارہ کو **'سات قدیمی دھاتیں'** کہا جاتا ہے۔ صنعتی انقلاب کے بعد اگرچہ جدید قلزیات کو بڑا فروغ ملا ہے لیکن یہ بات بھی دلچسپی سے خالی نہیں کہ قلزیات سے متعلق بہت سے تصورات کی جڑیں ان قدیم اعمال و رسوم سے جڑی ہیں جن کا تعلق زمانہ ماقبل صنعتی انقلاب سے ہے۔ سات ہزار سال سے بھی پہلے ہندوستان میں قلزاتی ہنروں اور مہارتوں کی روایت بہت شاندار رہی ہے۔

آثار قدیمہ کی کھدائی اور ادبی شہادتیں سے بھی پہلے ہندوستانی قلزیات کی تاریخ کے دو اہم ماخذ رہے ہیں۔ اس برصغیر میں دھات کا پہلا ثبوت بلوچستان میں واقع میرگڑھ میں ملتا ہے جہاں تقریباً چھ ہزار سال قبل مسیح کا ایک مہرہ دستیاب ہوا ہے۔ اس کے متعلق خیال ہے کہ یہ خام تانبہ ہے جس کا کچ دھات سے استخراج نہیں ہوا ہے۔ راجستھان میں

کھیتڑی مقام پر معدنی گڑھوں سے حاصل مِسی کچ دھات(Copper ore) کے نمونوں اور ہریانہ میں میتھاتھل نیز گجرات ،راجستھان، مدھیہ پردیش اورمہاراشٹر میں واقع آٹھ دیگر مقامات پر دستیاب ہڑپا تہذیب کی نمائندہ دستی کاری گری سے حاصل تانبہ کے نمونوں پر کیے گئے طیف سنجی(Spectrmetric) مطالعہ سے ثابت ہوتا ہے کہ ہندی برصغیر میں تانبہ صاف کرنے کے فن کی تاریخ مِس حجری(Chalcolithic) تمدنوں جتنی پرانی ہے۔غالبًا اس حجری تانبہ کی بنی اشیا دیسی طور پر ہی بنی ہوتی تھیں۔ ان اشیا کو بنانے کے واسطے استخراج کے لیے کچ دھات اراولی پہاڑیوں میں جمع کا لکاپی رائٹ (Chalcopyrite) کچ دھات سے حاصل کی جاتی تھی۔ پچھلی صدی میں آرکیالوجیکل سروے آف انڈیا نے کاپر پلیٹوں سے حاصل قدیم متون کو اور چٹانی کتبات کو مدون اور مرتب کر کے شائع کررہا ہے۔ ان کاپر پلیٹوں (تامرپتروں) پر شاہی دستاویزات اور دیگر ریکارڈ کندہ ہوتے تھے۔ سب سے قدیم تامپر پتر میں موریہ عہد کی ایک دستاویز ہے جس میں قحط سے متعلق رفاہی کوششوں کا بیان ہے۔ یہ ہندوستان میں ماقبل اشوک چندنادر براہمی کتبوں میں سے ایک ہے۔

ہڑپا کے لوگ سونے چاندی کے ساتھ سونے چاندی سے مرکب بھرت(Electrum) کا بھی استعمال کرتے تھے۔مختلف قسموں کے زیورات جیسے لٹکن، چوڑیاں، مالائیں اور چھلے وغیرہ سیرامک یا کانسہ کے برتنوں میں ملے ہیں۔ سونے چاندی کے قدیم زیورات سندھ گھاٹی کے علاقوں (جیسے موہن جوداڑو) سے ملے ہیں۔(یہ تین ہزار سال قبل مسیح کے ہیں)۔ یہ نئی دہلی میں نیشنل میوزیم میں دیکھے جاسکتے ہیں۔ ہندوستان کی ایک امتیازی خصوصیت یہ ہے کہ یہاں دنیا میں سونے کی سب سے گہری اور قدیم کانیں پائی جاتی ہیں جو کرناٹک کے مسکی علاقہ میں ہیں۔کاربن ڈیٹنگ سے ان کا زمانہ پہلے ماقبل مسیح ہزارہ کا درمیانی حصہ طے ہوتا ہے۔

رگ وید کی مناجاتوں میں ہندوستان کے اندر آبی بہاؤ سے تشکیل شدہ تہ نشین سونے سے متعلق بالواسطہ حوالے ملتے ہیں۔ قدیم زمانے میں دریائے سندھ سونے کا ایک اہم ماخذ تھا۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ جدید ادوار میں بھی دریائے سندھ میں آبی بہاؤ سے تشکیل یافتہ سونے کے تہ نشین ذخائر کا پتہ چلا ہے۔اگرچہ ویدک متون میں سونے کے تصفیہ کے بارے میں شہادت دستیاب ہے لیکن کوٹلیہ کی ارتھ شاستر میں کانوں اور معادن کے بشمول سونے، چاندی، تانبہ، سیسہ، ٹن اور لوہے کی کچ دھاتوں کے بارے میں موجود کیمیائی اعمال کی کافی تفصیل سے معلومات دستیاب ہے۔ارتھ شاستر تیسری یا چوتھی صدی قبل مسیح کی تصنیف ہے۔کوٹلیہ نے سونے کی ایک قسم کا تذکرہ کیا ہے جسے رس ودھا(Rasvidha) کہا جاتا تھا جس کا وقوع طبعی طور پر سونے کے محلول میں ہوتا ہے۔ کالی داس نے بھی ایسے محلولوں کا تذکرہ کیا ہے۔ حیرت کی بات یہ ہے کہ لوگ ان محلولوں کی کیوں کر شناخت کرتے تھے۔

دیسی سونے کے رنگ مختلف ہوتے تھے اور اس کا انحصار سونے میں موجود ملاوٹ کی نوعیت اور مقدار پر ہوتا تھا۔ یہ بھی ممکن ہے کہ مقامی یا دیسی سونے کے مختلف رنگ سونے کے تصفیہ(Refining) کے فروغ کا اہم سبب رہے ہوں۔

وادی گنگا کے مرکزی حصوں اور وندھیا کی پہاڑیوں میں حال ہی میں ہوئی کھدائی سے پتہ چلتا ہے کہ یہاں ممکنہ طور پر 1800 قبل مسیح میں بھی لوہا پیدا ہوتا تھا۔ ریاست اتر پردیش کے محکمہ آثار قدیمہ کے ذریعے حال ہی میں کی گئی کھدائی کے دوران لوہے کی بھٹیاں، دستی کاری گری سے بنی اشیا، دھونکنیاں یا پھنکیاں اور دھاتی میل کی برتیں پائی

گئی ہیں۔ ریڈیو کاربن ڈیٹنگ سے ان کا زمانہ 1800 قبل مسیح سے 100 عیسوی تک کا طے ہوتا ہے۔ کھدائی کے نتائج ظاہر کرتے ہیں کہ لوہے کو پگھلانے اور لوہے سے مختلف اشیا بنانے کا علم مشرقی وندھیا میں ایک جانی پہچانی بات تھی اور یہ کم از کم دوسرے قبل مسیح ہزارہ کی ابتدا سے ہی گنگا کے مرکزی میدانوں میں استعمال ہوتا تھا۔ لوہے سے بنی یادگاری اشیا کی مقدار اور اقسام اور ایسے ہی تکنیکی کامیابیوں کی سطح ظاہر کرتی ہے کہ لوہے سے اشیا بنانے کا کام اس سے بہت پہلے شروع ہو چکا تھا۔ اس بات کی بھی شہادت موجود ہے کہ ملک کے دیگر حصوں میں بھی لوہے کا ابتدا میں استعمال ہوتا تھا جس سے یہ ثابت ہو جاتا ہے کہ لوہے کے استعمال کے فروغ میں ہندوستان درحقیقت ایک آزاد مرکز کی حیثیت کا حامل تھا۔

لوہے کو پگھلانا اور اس کو استعمال کرنا خاص طور پر جنوبی ہندوستان کے عظیم حجری تمدنوں میں شروع ہو چکا تھا۔ معلوم یہ ہوتا ہے کہ کوٹے ہوئے لوہے سے چیزوں کی ڈھلائی کا کام ہندوستان میں پہلے عیسوی ہزارے میں ہی اپنی بلندیوں پر پہنچ گیا تھا۔ یونانی بیانات سے ہندوستان میں گلانے کے عمل سے فولاد کی مینوفیکچرنگ کا پتہ چلتا ہے۔ اس عمل میں لوہا، چارکول اور شیشہ کو گلا کر آمیزہ بنایا جاتا، اس کو اس وقت تک گرم کیا جاتا جب تک کہ پگھل نہ جائے اور کاربن کو جذب نہ کر لے۔ اعلیٰ معیار کا اسٹیل بنانے میں ہندوستان ایک بڑے موجد کی حیثیت رکھتا ہے۔ ہندوستان فولاد کو ''مشرق کا حیرت انگیز مٹیریل'' کہا جاتا ہے۔ کوئنٹس کرٹی اس (Quintus Curtius) جو ایک رومی مؤرخ ہے، بیان کرتا ہے کہ ٹکسلا کے پورس (326 ق م) نے سکندر اعظم کو جو تحفہ دیا تھا وہ تقریباً ڈھائی ٹن وٹز اسٹیل (Wootz Steel) تھا۔ وٹز اسٹیل اصلاً لوہا ہوتا ہے جس میں کاربن کا تناسب بہت زیادہ (1.0-1.9%) ہوتا ہے۔ Wootz دراصل اُکّو (Ukku) کی انگریزی شکل ہے جس کا استعمال کرناٹک اور آندھرا پردیش میں اسٹیل کے لیے کیا جاتا ہے۔ ادبی تحریروں سے پتہ چلتا ہے کہ ہندوستانی ووٹز اسٹیل برصغیر کے جنوبی حصے سے یوروپ، چین اور عرب دنیا کو برآمد کیا جاتا تھا۔ یہ مشرق وسطیٰ میں بہت اہمیت کا حامل تھا۔ وہاں اس کا نام دمشقی فولاد تھا۔ مائیکل فراڈے نے لوہے کو بشمول نفیس دھاتوں (Noble-metals) کے کچھ دیگر دھاتوں کے ساتھ ملا کر اس اسٹیل کی نقل بنانے کی بھی کوشش کی تھی لیکن کامیاب نہ ہوا۔

جب چارکول کا استعمال کر کے لوہے کی کچ دھات کو ٹھوس حالت میں تحویل کیا جاتا، تو لوہے کے مسام دار بلاک بن جاتے ہیں۔ اس بے تحویل شدہ لوہے کے بلاکوں کو اسپنج (مسام دار) لوہے کے بلاک (Sponge Iron Blocks) بھی کہا جاتا ہے۔ اس مٹیریل کو بھٹی میں گرم کر کے اور اس طرح مساموں کو دور کرنے کے بعد اس سے کوئی بھی چیز بنائی جا سکتی ہے۔ اس طرح جو لوہا حاصل ہوتا ہے اسے پٹا ہوا لوہا (Wrought Iron) کہا جاتا ہے۔ قدیم ہندوستان میں تیار کردہ دنیا بھر میں مشہور لوہے کے ستون ایسے ہی پیٹے ہوئے لوہے کی حیرت انگیز مثال ہے۔ دہلی میں یہ ستون موجودہ حالت میں پانچویں صدی عیسوی میں نصب کیا گیا تھا۔ اس ستون پر کندہ سنسکرت کتبے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس ستون کو گپت عہد میں کہیں اور سے لایا گیا تھا۔ لوہے کے علاوہ اس ستون کے پیٹے ہوئے لوہے میں موجود اجزا کا امتزاج ہے۔ 0.03%Cu، 0.005% Ni، 0.25%P، 0.05%Mn، 0.05% Si، 0.15% C اور 0.02%N اس ستون کا سب سے اہم پہلو یہ ہے کہ اس میں فرسودگی کی کوئی علامت نہیں ہے جبکہ یہ تقریباً 1,600 سال سے بالکل کھلی فضا میں ہے۔

لوہے کے میل سے حاصل چارکول کی ریڈیو کاربن ڈیٹنگ سے میگھالیہ کی کھاسی پہاڑیوں میں مسلسل پگھلاؤ کی شہادت ملتی ہے۔ میل کی پرت جس سے 353 قبل مسیح سے 128 عیسوی تک کا زمانہ کا اظہار ہوتا ہے، بتاتی ہے کہ کھاسی پہاڑیوں کا علاقہ تمام شمال مشرقی ہندوستان میں لوہے کے پگھلاؤ کا سب سے قدیم علاقہ ہے۔ لوہے کی کچ دھات کی پچھلی کھدائی اور لوہے کی مینوفیکچرنگ کے باقیات آج بھی کھاسی پہاڑیوں میں نظر آجاتے ہیں۔ برطانوی ماہرین طبیعیات جنھوں نے انیسویں صدی کے اوائل میں میگھالیہ کا دورہ کیا تھا، بتاتے ہیں کہ کھاسی پہاڑیوں کے اوپری حصوں میں لوہے کی صنعت فروغ پا چکی تھی۔

راجستھان کے زوار میں چھٹی صدی یا پانچویں صدی قبل مسیح سے کانوں میں زنک کی پیداوار کے آثاری ثبوت ملتے ہیں۔ زنک کی تقطیر میں مہارت کے لیے ہندوستان کا پہلا نمبر ہے۔ چونکہ زنک کا نقطۂ ابال کم ہوتا ہے اس لیے جب کچ دھات پگھلتی ہے تو زنک میں ابخرات بننا (Vapourisation) شروع ہوجاتا ہے جب تقطیر کی ترقی یافتہ downward تکنیک کے ذریعہ ابخرات (Vapours) کو کسی نچلے کنٹینر (Container) میں کثیف کرلیا جاتا ہے تو اس وقت خالص زنک حاصل ہوتا ہے، اس تکنیک کا استعمال پارے کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔ ہندوستانی ماہرین قلزیات اس تکنیک کے ماہر ہیں۔ یہ بات چودھویں صدی کے سنسکرت ستون میں بیان کی گئی ہے۔

ہندوستانیوں کو پارے کا علم تھا۔ ہندوستانی اس کو ادویاتی مقاصد کے لیے استعمال کرتے تھے۔ کان کنی اور قلزیات کی ترقی برطانوی نوآبادیاتی دور میں انحطاط پذیر ہوگئی۔ انیسویں صدی کے آتے آتے راجستھان کی آباد کانیں غیر آباد ہوگئیں اور تقریباً معدوم سی ہوگئیں۔ 1947 میں جب ہندوستان آزاد ہوا تو اس وقت سائنس سے متعلق یوروپی لٹریچر آہستہ آہستہ اس ملک میں آنے لگا۔ اس طرح آزادی کے بعد کے زمانے میں ہندوستان کی حکومت نے سائنس اور ٹیکنالوجی کے مختلف انسٹی ٹیوٹ قائم کرکے قوم کی ترقی کے عمل کو شروع کردیا۔ اگلے ابواب میں عناصر کے استخراج کے جدید طریقوں کے بارے میں سیکھیں گے۔

6.1 دھاتوں کا وقوع (Occurrence of Metals)

کاربن سلفر، نوبل گیسیں اور سونا جیسے کچھ عناصر قشرارض میں آزاد حالت میں پائے جاتے ہیں جبکہ دیگر عناصر متحد حالت میں پائے جاتے ہیں۔ مختلف عناصر مختلف مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ سبھی دھاتوں میں ایلیومینیم سب سے زیادہ مقدار میں پائی جانے والی دھات ہے۔ یہ قشرارض میں سب سے زیادہ پایا جانے والا تیسرا عنصر ہے (وزن کے اعتبار سے تقریباً 8.3 %)۔ یہ کئی آتشی معدنیات (جن میں ابرق اور چکنی مٹی بھی شامل ہے) کا اہم ترین جزو ہے۔ کئی جواہرات (Gem stone Al_2O_3 کی غیر خالص شکل ہے اور Cr (روبی میں) سے Co (سیفائر میں) تک ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ یہ متعدد مرکبات کی تشکیل کرتا ہے جن کے مختلف استعمال کی وجہ سے یہ بہت اہم عنصر ہے۔ یہ حیاتیاتی نظاموں کے لازمی عناصر میں سے ایک ہے۔

کسی مخصوص دھات کو حاصل کرنے کے لیے سب سے پہلے ہم ان معدنیات کو تلاش کرتے ہیں جو کہ قشرارض میں قدرتی طور پر پائے جانے والی کیمیائی اشیا ہیں اور کان کنی کے ذریعہ حاصل کی جاسکتی ہیں۔ متعدد معدنیات (جن میں دھات موجود ہوسکتی ہے) میں سے صرف چند معدنیات ہی ایسی ہیں جو کہ Viable ہیں اور اس دھات کے ماٰخذ کے طور پر استعمال کی جاسکتی ہیں۔ ایسی معدنیات کچ دھاتیں (Ores) کہلاتی ہیں۔

ایلیومنیم، لوہا، تانبہ اور زنک کی اہم کچ دھاتیں جدول 6.1 میں دی گئی ہیں۔

جدول 6.1 کچھ اہم دھاتوں کی کچ دھاتیں

دھات	کچ دھات	ترکیب
ایلیومنیم	باکسائٹ	$AlO_x(OH)_{3-2x}$
		[where $0 < x < 1$]
	کیلونائٹ (مٹی کی ایک قسم)	$[Al_2(OH)_4Si_2O_5]$
آئرن	ہیمیٹائٹ	Fe_2O_3
	میگنیٹائٹ	Fe_3O_4
	سیڈریائٹ	$FeCO_3$
	آئرن پائرائیٹ	FeS_2
کاپر	کاپر پائرائٹ	$CuFeS_2$
	میلیکائٹ	$CuCO_3.Cu(OH)_2$
	کوپرائٹ	Cu_2O
	کاپر گلانس	Cu_2S
زنک	زنک بلینڈ یا اسفیلیرائٹ	ZnS
	کیلیمائن	$ZnCO_3$
	زنک سائٹ	ZnO

متحدہ شکل سے عنصر شے استخراج اور علیحدگی میں کئی کیمیائی اصول ملوث ہیں۔ ایک مخصوص عنصر کئی مرکبات کی شکل میں موجود ہوسکتا ہے اور مرکبات سے عناصر کی علیحدگی کا عمل ایسا ہونا چاہیے کہ یہ کیمیائی اعتبار سے آسان اور صنعتی اعتبار سے نمو پذیر (Viable) ہو۔

استخراج کے مقصد سے ایلیومنیم کے لیے باکسائٹ کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ لوہے کے استخراج کے لیے عام طور سے ان آکسائڈ کی کچ دھاتوں کو لیا جاتا ہے جو کہ وافر مقدار میں ہیں اور آلودگی پھیلانے والی گیسوں (جیسے SO_2 جو کہ آئرن پائرائٹ کے معاملہ میں خارج ہوتی ہے) کو خارج نہیں کرتیں۔ تانبہ اور زنک کے لیے جدول 6.1 میں درج شدہ کسی بھی کچ دھات کا اس کی دستیابی اور متعلقہ فیکٹر کی بنیاد پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اتفاق سے ہی کوئی کچ دھات ایسی ہوتی ہے جس میں صرف مطلوبہ شے ہی موجود ہو۔ عام طور سے یہ کچ دھاتیں غیر مطلوب مادوں اور مٹی پر مشتمل ہوتی ہیں یہ غیر مطلوبہ مادے گینگ (Gangue) کہلاتے ہیں۔ کچ دھاتوں سے دھاتوں کے استخراج اور علیحدگی میں مندرجہ ذیل اہم اقدامات بروئے کار لائے جاتے ہیں۔

- کچ دھات کا ارتکاز
- مرتکز کچ دھات سے دھات کی علیحدگی، اور
- دھات کی تخلیص

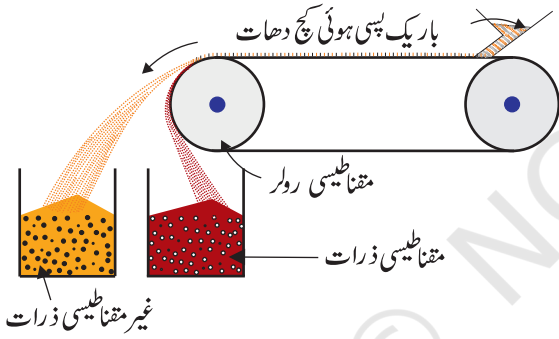
کسی دھات کو اس کی کچ دھاتوں سے علیحدہ کرنے کے لیے بروئے کار لائے جانے والا مکمل سائنس اور تکنیکی عمل فلز کاری (Metallurgy) کہلاتا ہے۔ ان اصولوں میں داری حرکیات اور برقی کیمیائی پہلو شامل ہیں جو ارتکازی کچ دھات کو دھات میں تحویل کے مؤثر طریقے ہیں۔

6.2 کچ دھاتوں کا ارتکاز (Concentration of Ores)

کچ دھات سے غیر ضروری مادوں (مثلاً ریت، چکنی مٹی وغیرہ) کو علیحدہ کرنا ارتکاز (Concentration) کہلاتا ہے۔ کچ دھات کے ارتکاز میں کئی اقدامات شامل ہیں اور ان اقدامات کا انتخاب کچ دھات میں موجود دھات کے مرکبات اور گینگ کی طبعی خصوصیات میں فرق کی بنیاد پر کیا جاتا ہے۔ دھات کی قسم، سہولیات کی دستیابی اور ماحولیاتی عوامل بھی خاطر ملحوظ رہتے ہیں۔ کچ دھات کے ارتکاز کے کچھ اہم طریقے ذیل میں بیان کیے جا رہے ہیں۔

6.2.1 ہائڈرولک واشنگ (Hydraulic Washing)

یہ طریقہ گینگ کے ذرات اور کچ دھات کی ثقل کے درمیان نوعی فرق پر مبنی ہے۔ اس طرح یہ ایک ثقلی علیحدگی کا ایک طریقہ ہے۔ اس قسم کے عمل میں پاوڈر کچ دھات کو اوپر کی جانب پانی کی تیز دھار سے دھویا جاتا ہے۔ ہلکے گینگ کے ذرات بہہ جاتے ہیں اور بھاری کچ دھات پیچھے رہ جاتی ہے۔

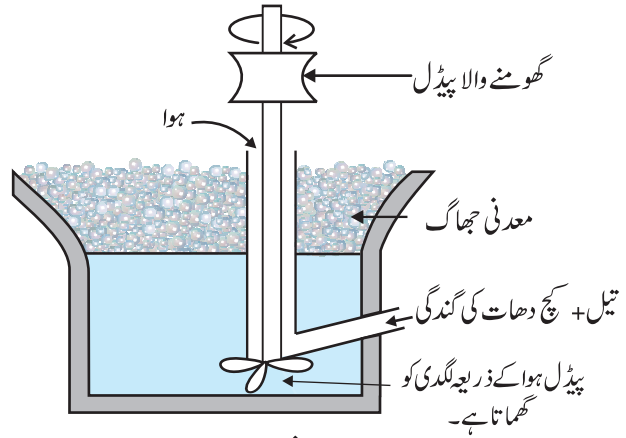
6.2.2 مقناطیسی علیحدگی (Magnetic Separation)

یہ طریقہ کچ دھاتی اجزا کی مقناطیسی خصوصیات میں فرق پر مبنی ہے۔ اگر کچ دھات یا گینگ (ان دونوں میں سے کوئی بھی) مقناطیسی میدان کے تئیں کشش کی صلاحیت رکھتا ہے تب اس قسم کی علیحدگی بروئے کار لائی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر لوہے کی کچ دھات مقناطیس کی سمت کشش رکھتی ہے لہٰذا غیر مقناطیسی ملاوٹوں کو مقناطیسی علیحدگی کا طریقہ استعمال کرتے ہوئے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ مثلاً لوہے کی کچ دھات کو پاؤڈر کی شکل میں مقناطیسی رولر کے اوپر سے گزرنے والی کنوئیر بیلٹ پر ڈالا جاتا ہے (شکل 6.1)۔ مقناطیسی مادّہ بیلٹ کی طرف کھنچتا ہے اور بیلٹ کے قریب ہی جمع ہو جاتا ہے۔

شکل 6.1 : مقناطیسی علیحدگی

6.2.3 فراتھ فلوٹیشن (جھاگ تیرانے) کا طریقہ (Froth Floatation Method)

یہ طریقہ سلفائڈ کچ دھاتوں سے گینگ کو علیحدہ کرنے میں استعمال کیا جا رہا ہے۔ اس طریقے سے پاوڈر کچ دھات کو پانی میں معلق کیا جاتا ہے۔ اس میں کلکٹر اور فراتھ اسٹیبلائزر شامل کیے جاتے ہیں۔ کلکٹر (جیسے چیڑ کا تیل، فیٹی ایسڈ، زینتھیٹس وغیرہ) معدنی ذرات کے نہ بھیگنے کی صلاحیت میں اضافہ کرتے ہیں اور فراتھ اسٹیبلائزر (مثلاً کریسول اور اینیلین) فراتھ کو اسٹیبلائز کرتے ہیں۔

معدنی ذرات تیل سے بھیگ جاتے ہیں جبکہ گینگ کے ذرات پانی سے بھیگ جاتے ہیں۔ ایک گردش پیڈل آمیزہ کو گھماتا ہے جو اس میں ہوا پھونکتا ہے۔ اس کے نتیجے میں جھاگ (Froth) بنتے ہیں جو کہ معدنی ذرات کو اوپر کی طرف لے جاتے ہیں۔ جھاگ ہلکے ہوتے ہیں اور ہٹا لیے جاتے ہیں۔ اس کے بعد اسے سکھایا جاتا ہے۔

بعض اوقات دو سلفائڈ کچ دھاتوں کو پانی اور تیل کے تناسب کو Adjust کرکے یا مسکن (Depressants) کا استعمال کرکے علیحدہ کرنا ممکن ہے۔ مثال کے طور پر ZnS اور PbS پر مشتمل کچ دھات کے معاملے میں NaCN کو بطور مسکن استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ZnS کو جھاگوں کے ساتھ آنے سے روکتا ہے لیکن PbS کو جھاگوں کے ساتھ آنے دیتا ہے۔

شکل **6.2:** فراتھ فلوٹیشن کا طریقہ

اختراعی دھوبن

کوئی بھی شخص کمال کرسکتا ہے اگر وہ سائنسی مزاج کا حامل ہے اور مشاہدات پر غور وخوض کرتا ہے۔ ایک دھوبن بھی اختراعی ذہن کی مالکن تھی۔ کان کنی کا کام کرنے والے افراد کے کپڑے دھونے کے دوران اس نے دیکھا کہ ریت اور اسی طرح کی دوسری گندگی کپڑے دھونے کے بعد ٹب میں نیچے بیٹھ جاتی ہیں۔ اس میں خاص بات کیا تھی، کاپر کے مرکبات جو کہ کانوں سے کپڑوں پر لگ جاتے تھے وہ صابن کے جھاگوں کے ساتھ چپک کر بالائی سطح پر آجاتے تھے۔ محترمہ کیری ایورسن جو کہ ایک کیمسٹ تھیں وہ بھی اس کے گاہکوں میں شامل تھیں۔ دھوبن نے اپنے تجربہ کو محترمہ ایورسن کے سامنے بیان کیا۔ محترمہ ایورسن نے سوچا کہ اس تجربہ کا استعمال بڑے پیمانے پر چٹانی اور زمینی مادوں سے تانبہ کے مرکبات کو علیحدہ کرنے کے لیے کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح سے ایک کھوج کا جنم ہوا۔ اس زمانے میں کاپر کے استخراج کے لیے صرف وہی کچ دھاتیں استعمال میں لائی جاتی تھیں جن میں دھات کی مقدار بہت زیادہ ہوتی تھی۔ فراتھ فلوٹیشن کے طریقہ کی ایجاد نے کم درجہ کی کچھ دھاتوں سے بھی تانبہ کی کان کنی کو مفید بنادیا۔ تانبہ کی عالمی پیداوار میں اضافہ ہوگیا اور دھات سستی ہوگئی۔

6.2.4 لیچنگ (تقطیر) (Leaching)

تقطیر یا نتھارنے کا عمل اس وقت بروئے کار لایا جاتا ہے جب کچ دھات کسی مناسب محلل میں حل پذیر ہو۔ مندرجہ ذیل مثالوں سے اس عمل کی وضاحت ہوجاتی ہے۔

(a) **باکسائٹ سے ایلیومینا کی لیچنگ** (Leaching of alumina from bauxite)

باکسائٹ ایلیومینیم کی اہم کچ دھات ہے، اس میں S_iO_2 آئرن آکسائڈ اور ٹائیٹینیم آکسائڈ (TiO_2) کی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ ارتکاز کا عمل 36 bar – 35 دباؤ اور 523 K – 473 درجۂ حرارت پر مرتکز

NaOH محلول کے ساتھ پاوڈر کچ دھات کو گرم کر کے انجام دیا جاتا ہے۔ اس عمل کو انہضام (digestion) کہا جاتا ہے۔ اس طریقے میں Al_2O_3 کو سوڈیم ایلیومنیٹ کی شکل میں نکالا جاتا ہے اور ملاوٹ SiO_2 بھی حل ہو جاتی ہے اور سوڈیم سلیکیٹ بناتی ہے اور باقی ملاوٹیں پیچھے رہ جاتی ہیں۔

$$Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow 2Na[Al(OH)_4](aq) \quad (6.1)$$

محلول میں موجود سوڈیم ایلیومنیٹ کو CO_2 گزار کر تعدیل کیا جاتا ہے اور آبی Al_2O_3 کی ترسیب کی جاتی ہے۔ اس اسٹیج پر بہت کم مقدار میں تازہ بنائے گئے آبی Al_2O_3 کے سیمپل کو ملایا جاتا ہے اس عمل کو سیڈنگ (Seeding) کہتے ہیں، جس سے ترسیب کی امالیت ہوتی ہے۔

$$2Na[Al(OH)_4](aq) + CO_4(g) \rightarrow Al_2O_3.xH_2O(s) + 2NaHCO_3(aq) \quad (6.2)$$

سوڈیم سلیکیٹ محلول میں ہی رہتا ہے اور آبی ایلیومینا کو چھان لیا جاتا ہے، سکھایا جاتا ہے اور گرم کیا جاتا ہے جس سے خالص Al_2O_3 حاصل ہوتا ہے۔

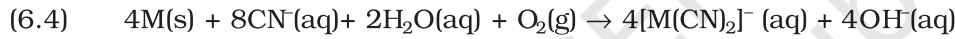
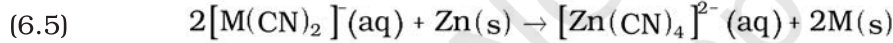
$$Al_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{1470\,K} Al_2O_3(s) + xH_2O(g) \quad (6.3)$$

(b) **دیگر مثالیں** (Other examples)

سونے اور چاندی کی فلزکاری میں متعلقہ دھاتوں کی لیچنگ ہوا (O_2 کے لیے) کی موجودگی میں NaCN یا KCN کے ڈائی لیوٹ محلول سے کی جاتی ہے جس سے دھات کو بدل کے ذریعہ بعد میں حاصل کیا جاتا ہے۔

$$4M(s) + 8CN^-(aq) + 2H_2O(aq) + O_2(g) \rightarrow 4[M(CN)_2]^- (aq) + 4OH^-(aq) \quad (6.4)$$

(M = Ag یا Au)

$$2[M(CN)_2]^-(aq) + Zn(s) \rightarrow [Zn(CN)_4]^{2-}(aq) + 2M(s) \quad (6.5)$$

متن پر مبنی سوالات

6.1 جدول 6.1 میں درج شدہ کون سی کچ دھاتوں کو مقناطیسی علیحدگی کے طریقے سے مرتکز کیا جاسکتا ہے؟

6.2 ایلیومنیم کے استخراج میں لیچنگ کی کیا اہمیت ہے؟

6.3 مرتکز کچ دھات سے خام دھات کا استخراج (Extraction of Crude Metal from Concentrated Ore)

مرتکز کچ دھات سے دھات کو نکالنے کے لیے کچ دھات کو قابل تحویل شکل میں تبدیل کرنا ضروری ہوتا ہے۔ عام طور سے سلفائڈ کچ دھات کو تحویل سے پہلے آکسائڈ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ آکسائڈوں کی تحویل زیادہ آسان ہوتی ہے اس طرح مرتکز کچ دھات سے دھاتوں کی علیحدگی کے دو اہم مراحل ہیں یعنی

(a) آکسائڈ میں تبدیلی اور

(b) آکسائڈ کی دھات میں تحویل

(a) **آکسائڈ میں تبدیلی** (Conversion to oxide)

(i) تکلیس (Calcination): تکلیس میں کچ دھات کو گرم کیا جاتا ہے جس سے طیران پذیر مادہ خارج ہوتا

ہے اور دھاتی آکسائڈ باقی رہ جاتا ہے۔

$$Fe_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3(s) + xH_2O(g) \quad (6.6)$$

$$ZnCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + CO_2(g) \quad (6.7)$$

$$CaCO_3.MgCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + MgO(s) + 2CO_2(g) \quad (6.8)$$

(ii) روسٹنگ (Roasting): کچ دھات کو بھٹی میں دھات کے نقطہ گداخت سے کم درجۂ حرارت پر ہوا کی مسلسل سپلائی میں گرم کیا جاتا ہے سلفائڈ کچ دھات سے متعلق کچھ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

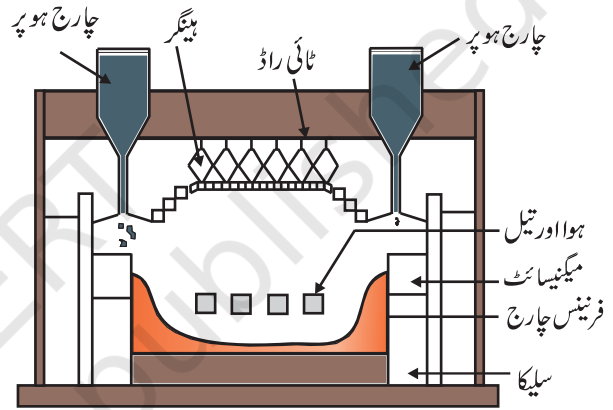
$$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2 \quad (6.9)$$

$$2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2 \quad (6.10)$$

$$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2 \quad (6.11)$$

کاپر کی سلفائڈ کچ دھات کو ریور بیریٹری نفی (Reverberatry furnace) میں گرم یا جاتا ہے شکل 6.3۔ اگر کچ دھات آئرن پر مشتمل ہے تو گرم کرنے سے پہلے اس میں سلیکا کی آمیزش کی جاتی ہے۔ آئرن آکسائڈ، آئرن سلیکیٹ کے میل* (Slag) کی شکل میں علیحدہ ہو جاتا ہے۔ تانبہ کاپر میٹ (Copper matte) کی شکل میں پیدا ہوتا ہے جس میں Cu_2S اور FeS موجود ہوتا ہے۔

$$\underset{\text{(سلیگ)}}{FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3} \quad (6.12)$$

SO_2 کا استعمال H_2SO_4 بنانے میں کرلیا جاتا ہے۔

شکل 6.3: جدید ریوربیریٹری بھٹی کا سیکشن

(b) آکسائڈوں کی دھات میں تحویل (Reduction of oxide to the metal)

دھاتی آکسائڈوں کی تحلیل میں انہیں کچھ دیگر اشیا کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ یہ اشیا تحویلی ایجنٹ (C یا CO یا دیگر دھاتیں) کے طور پر کام کرتی ہیں۔ تحویلی ایجنٹ (مثلاً کاربن) دھاتی آکسائڈ کی آکسیجن کے ساتھ متحد ہو جاتے ہیں۔

$$M_xO_y + yC \rightarrow xM + y\,CO \quad (6.13)$$

کچھ دھاتی آکسائڈ بآسانی تحویل ہو جاتے ہیں جبکہ کچھ آکسائڈوں کی تحویل بہت مشکل سے ہوتی ہے (تحویل کا مطلب ہے دھات کے آئن میں الیکٹرانوں کا بڑھنا)۔ ہر ایک تحویل میں گرم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

حرحرکیات کے کچھ بنیادی اصول فلزاتی تبدیلیوں (Metallurgical transformation) کے نظریہ کو سمجھنے میں ہماری مدد کرتے ہیں۔ اس صورت میں گبس توانائی سب سے اہم اصطلاح ہے۔ حرارتی تحویل (Thermal

* فلز کاری کے دوران 'فلکس' گینگ کے ساتھ مل کر سلیگ (Slag) بناتا ہے

6.4 فلزکاری کے حرحرکیاتی اصول (Thermodynamic Principles of Metallurgy)

reduction) کے لیے مطلوب درجۂ حرارت کے تغیر کو سمجھنے کے لیے اوراس بات کی پیشین گوئی کرنے کے لیے کہ کون ساعنصر ایک دیے ہوئے دھاتی آکسائڈ (M_xO_y) کے لیے بطور تحویلی ایجنٹ مناسب رہے گا، گبس توانائی کی تشریح کی جاتی ہے۔حرارتی تحویل کی ممکنات کا معیار یہ ہے کہ کسی دیے گئے درجۂ حرارت پر تعامل کی گبس توانائی منفی ہو۔

ایک مخصوص درجۂ حرارت پر کسی بھی عمل کے لیے گبس توانائی میں تبدیلی ΔG مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ بیان کی جاتی ہے۔

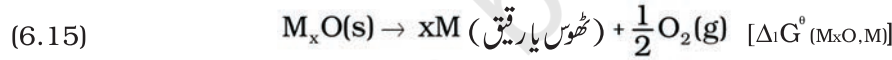
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (6.14)$$

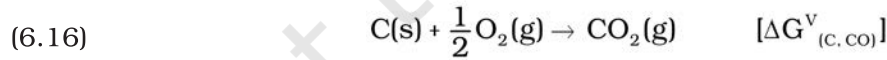
جہاں ΔH، اینتھالپی کی تبدیلی ہے اور ΔS عمل میں اینٹراپی تبدیلی ہے۔

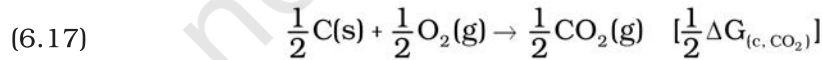
1۔ جب مساوات 6.14 میں ΔG منفی ہے تو صرف اسی صورت میں تعامل آگے بڑھے گا۔ΔG درج ذیل حالات میں ہی منفی ہوگا اگر ΔS مثبت ہے، درجۂ حرارت (T) میں اضافہ ہونے پر $T\Delta S$ کی قدر میں اضافہ ہوگا اس طرح کہ $\Delta H < T\Delta S$ اور تب ΔG درجہ حرارت بڑھانے پر منفی ہو جائے گا۔

2۔ اگر دو تعاملات کی جفتگی کے نتیجے میں پورے تعامل میں ΔG کی قدر منفی ہے تو اختتامی تعامل ممکن ہوگا۔ آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے اس طرح کی جفتگی گبس توانائی (ΔG) اور T گراف سے بآسانی سمجھی جاسکتی ہے (شکل 6.4)۔ گبس توانائی کے گرافی اظہار کا استعمال سب سے پہلے H.J.T. Ellingham) کے ذریعہ کیا گیا۔ یہ آکسائڈوں کی تحویل میں تحویلی ایجنٹ کے انتخاب میں ٹھوس بنیاد فراہم کرتا ہے۔اسے النگھم ڈائیگرام کے نام سے جانا جاتا ہے۔ یہ ڈائیگرام ایک کچ دھات کی حرارتی تحویل کے امکان کے بارے میں پیشین گوئی کرنے میں مدد کرتا ہے۔

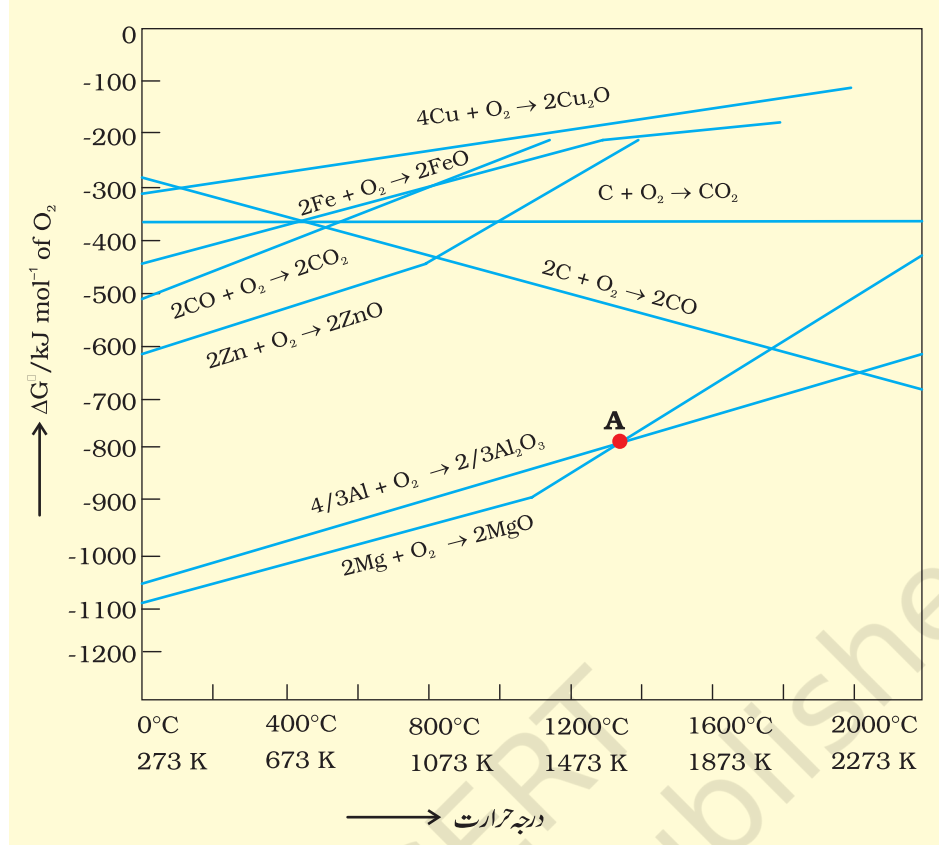
جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ تحویل کے دوران، دھاتی آکسائڈ تحلیل ہو جاتا ہے اورتحویلی ایجنٹ آکسیجن کو ہٹا دیتا ہے۔تحویلی ایجنٹ کا رول یہ ہے کہ یہ ΔG کی منفی قدر فراہم کرتا ہے اور اتنا زیادہ ہے کہ دو تعاملات کے ΔG کا حاصل جمع یعنی تحویلی ایجنٹ کی تکسید اور دھاتی آکسائڈ کی تحویل منفی کر دیتا ہے۔

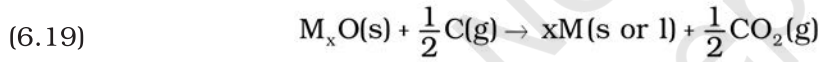
$$M_xO(s) \rightarrow xM\,(\text{ٹھوس یا رقیق}) + \frac{1}{2}O_2(g) \quad [\Delta_r G^\theta_{(M_xO,M)}] \quad (6.15)$$

اگرتحویل کاربن کے ذریعہ ہوتی ہے تو تحویلی ایجنٹ کی تکسید (یعنی C) وہاں ہوگا۔

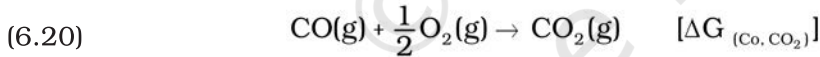
$$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad [\Delta G^V_{(C,CO)}] \quad (6.16)$$

اگر کاربن لیا جاتا ہے تو عنصر کاربن کی CO_2 میں مکمل تکسید بھی ہوسکتی ہے۔

$$\frac{1}{2}C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_2(g) \quad [\frac{1}{2}\Delta G_{(c,CO_2)}] \quad (6.17)$$

تعاملات 6.15 اور 6.16 کو جوڑنے پر ہمیں حاصل ہوگا

$$M_xO(s) + C(s) \rightarrow xM(s\ or\ l) + CO(g) \quad (6.18)$$

تعامل 6.15 اور 6.17 کو ملانے پر ہمیں ملتا ہے

شکل **6.4**: گبس توانائی (DVG) اورTکے درمیان گراف (Schematic) جو کہ آکسائڈوں کی تشکیل کو ظاھر کرتا ھے (النگھم ڈائی گرام)

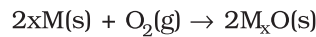
$$M_xO(s) + \frac{1}{2}C(g) \rightarrow xM(s \text{ or } l) + \frac{1}{2}CO_2(g) \quad (6.19)$$

اسی طرح کاربن مونو آکسائڈ ایک تحویلی ایجنٹ ہے۔تعامل 6.15 اور درج ذیل تعامل 6.20 کو جوڑنا لازمی ہے۔

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad [\Delta G_{(Co,\,CO_2)}] \quad (6.20)$$

مکمل تعامل اس طرح ہوگا

$$M_xO(s) + CO(g) \rightarrow xM(s \text{ or } l) + CO_2(g) \quad (6.21)$$

النگھم ڈائیگرام *(Ellingham Diagram)*

(a) عناصر کے آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے النگھم ڈائیگرام عام طور سے $\Delta_fG^{\ominus}$ اور T کے مابین گراف پر مشتمل ہوتا ہے۔یعنی مندرجہ ذیل تعامل کے لیے،

$$2xM(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_xO(s)$$

اس تعامل میں آکسائڈ کے بننے میں گیس استعمال ہورہی ہے اس وجہ سے سالماتی بے ترتیبی جس کی وجہ سے ΔS کی مقدار منفی

ہوجاتی ہے جو مساوات 6.14 میں دوسرے رکن کی علامت کو تبدیل کر دیتی ہے اور وہ مثبت ہوجاتی ہے اس وجہ سے سالماتی بے ترتیبی گھٹتی ہے۔ نتیجتاً درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے کے باوجود بھی ΔG اونچائی کی طرف شفٹ ہوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں $M_xO(s)$ کی تشکیل کے لیے اوپر دکھائے گئے زیادہ تر تعاملات کے منحنی کا سلوپ مثبت (+) ہوتا ہے۔

(b) پلاٹ مستقیم خط کی شکل میں حاصل ہوتا ہے سوائے اس وقت کے جب فیز میں کچھ تبدیلی آتی ہے (ٹھوس ← رقیق یا رقیق ← گیس)۔ جس درجۂ حرارت پر تبدیلی واقع ہوتی ہے تو اسے سلوپ میں مثبت سمت کی طرف اضافہ کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثلاً Z_n, Z_nO کے پلاٹ میں منحنی میں بے ربط تبدیلی پگھلاؤ کو ظاہر کرتی ہے شکل (6.4)۔

(c) جب درجۂ حرارت بڑھایا جاتا ہے، منحنی میں ایک مقام آتا ہے جب $\Delta_TG^0=O$ لائن کو پار کرلیتا ہے۔ اس درجۂ حرارت سے نیچے آکسائڈ بننے کے لیے Δ_TG^0 منفی ہوجاتا ہے لہٰذا M_xO مستقل ہوتا ہے۔ اس درجۂ حرارت کے اوپر آکسائڈ کی آزاد توانائی مثبت ہوتی ہے۔ آکسائڈ M_xO خود بخود تحلیل ہوجاتا ہے۔

(d) اس قسم کے ڈائیگرام سلفائڈ اور ہیلائڈ کے لئے بھی بنائے جاتے ہیں اور یہ واضح ہوجاتا ہے کہ M_xS کی تحویل کیوں مشکل ہے۔

النگھم ڈائی گرام کی حدود (Limitations of Ellingham Diagram)

1۔ گراف محض یہ ظاہر کرتا ہے کہ کوئی تعامل ممکن ہے یا نہیں یعنی تحویل ایجنٹ کے ساتھ تحویل کا رجحان ظاہر کرتا ہے۔ ایسا اس لیے ہے کہ یہ صرف حرحرکیاتی تصور پر مبنی ہے۔ یہ تحویلی عملوں کی حرکیات (Kinetics) کے بارے میں کچھ وضاحت نہیں کرتا کہ کتنی تیزی سے ہوگی؟ حالانکہ یہ اس بات کی تشریح کرتا ہے کہ جب ہر ایک اسپشیز ٹھوس حالت میں ہوتی ہیں اور جب کچھ دھات پگھلتی ہے تب تیزی سے کس طرح ہوتی ہے۔ یہاں یہ نوٹ کرنا دلچسپ ہے کہ کسی بھی کیمیائی تعامل کے لیے ΔH (اینتھالپی میں تبدیلی) اور ΔS (اینٹراپی میں تبدیلی) کی قدر درجۂ حرارت میں تبدیلی کے ساتھ تقریباً مستقل رہتا ہے۔ لہٰذا مساوات (6.14) میں صرف مغلوب متغیر ہی T بن جاتا ہے۔ تاہم، ΔS مرکب کی طبعی حالت پر زیادہ منحصر ہوتا ہے۔ کیونکہ اینٹراپی نظام کی بے ترتیبی پر منحصر ہوتی ہے، اس لیے اگر مرکب پگھلتا ہے (ٹھوس ← رقیق) یا تبخیر ہوتا ہے (رقیق ← گیس) تو اس میں اضافہ ہوگا کیونکہ ٹھوس سے رقیق یا رقیق سے گیس فیز میں تبدیلی ہونے پر سالماتی بے قاعدگی میں اضافہ ہوتا ہے۔

2۔ $\Delta_TG^\ominus$ کی تشریح K $(\Delta_TG^\ominus = - RT \ln K)$ پر مبنی ہے۔ لہٰذا یہ مانا جاتا ہے کہ متعامل اور ماحصلات توازن میں ہیں۔

$$M_xO + A_{red} \rightleftharpoons xM + A_{red}O$$

یہ ہمیشہ سچ نہیں ہوتا کیونکہ متعامل/ ماحصل ٹھوس ہو سکتے ہیں۔ تجارتی اعمال میں متعامل اور ماحصل بہت کم عرصے کے لیے ایک دوسرے کے تعلق میں ہوتے ہیں۔

یہ تعاملات 6.18 اور 6.21 دھاتی آکسائڈ کی حقیقی تحویل کو ظاہر کرتے ہیں۔ M_xO جس کو ہم حاصل کرنا چاہتے ہیں۔ عمومی طور پر ان تعاملات میں $\Delta_rG^\ominus$ کی قدر کو تقابلی آکسائڈ کی $\Delta_fG^\ominus$ قدروں کو کیا جاسکتا ہے۔

جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں، گرم کرنے کا عمل (یعنی T میں اضافہ) Δ_rG کی منفی قدر کا مساعد ہے۔ لہٰذا درجۂ حرارت کا انتخاب اس طرح کیا جاتا ہے کہ دو متحدہ ریڈاکس عملوں میں Δ_rG کا حاصل جمع منفی ہو۔ $\Delta_rG^\ominus$ اور T کے مابین گراف (النگھم شکل 6.4) میں دو منحنیوں کے نقطہ تقاطع کے ذریعہ دکھایا جاتا ہے۔ یعنی M_xO کا بننا اور تحویلی

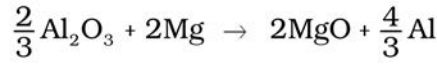
شے آکسائڈ کا بننا اس نقطہ کے بعد متحدہ عملوں جن میں M_xO کی تحویل بھی شامل ہے $\Delta_rG^\ominus$ کی قدر زیادہ منفی ہو جاتی ہے۔ اس کے نقطہ کے بعد $\Delta_rG^\ominus$ کی قدروں میں فرق یہ متعین کرتا ہے کہ بالائی خط کی دھاتوں کے آکسائڈوں کی تحویل زیریں خط کے ذریعے ظاہر کیے گئے عناصر کے ذریعہ ممکن ہے یا نہیں۔ اگر فرق زیادہ ہے تو تحویل آسانی سے ہوگی۔

مثال 6.1 ایسی حالت تجویز کیجیے جس میں میگنیشیم ایلیومنا کی تحویل کر سکے۔

حل دو تعامل ہیں:

$$\frac{4}{3}Al + O_2 \rightarrow \frac{2}{3}Al_2O_3 \quad (a) \qquad 2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO \quad (b)$$

Al_2O_3 اور MgO منحنیوں (ڈائیگرام 6.4 میں "A" سے ظاہر کیا گیا ہے) کے نقطہ تقاطع پر مندرجہ ذیل تعامل کے لیے ΔG صفر ہو جاتا ہے۔

$$\frac{2}{3}Al_2O_3 + 2Mg \rightarrow 2MgO + \frac{4}{3}Al$$

مثال 6.2 میگنیشیم دھات حالانکہ حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہے لیکن عملی طور پر ایلیومینیم کی فلزکاری میں ایلیومنا کی تحویل کے لیے میگنیشیم دھات کا استعمال نہیں کیا جاتا۔ کیوں؟

حل Al_2O_3 اور MgO منحنیوں کے نقطہ تقاطع سے اوپر درجۂ حرارت پر میگنیشیم، ایلیومنا کی تحویل کر سکتا ہے۔ لیکن مطلوبہ درجۂ حرارت اتنا زیادہ ہوگا کہ پراسس کفایتی نہیں ہوگا اور تکنیکی اعتبار سے مشکل ہوگا۔

مثال 6.2 اگر دھات تحویل کے درجۂ حرارت پر رقیق حالت میں بنی ہے تو دھاتی آکسائڈ کی تحویل آسان ہے۔ کیوں؟

حل اگر دھات رقیق حالت میں ہے تو اینٹراپی ٹھوس حالت کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔ عمل تحویل کے لیے اینٹراپی تبدیلی (ΔS) کی قدر مثبت سائڈ پر زیادہ ہوتی ہے جبکہ دھات رقیق حالت میں ہو اور دھاتی آکسائڈ جس کی تحویل ہو رہی ہو وہ ٹھوس حالت میں ہو۔ اس طرح $\Delta G^\ominus$ کی قدر منفی سائڈ پر زیادہ ہو جاتی ہے اور تحویل آسانی سے ہو جاتی ہے۔

6.4.1 استعمال (Applications)

(a) لوہے کا اس کے آکسائڈوں سے اخراج (Extraction of iron from its oxides)

لوہے کی آکسائڈ کچ دھاتوں (Fe_2O_3, Fe_3O_4) کو تکلیس / روسٹنگ کیا جاتا ہے۔ مرتکز کرنے کے بعد پانی کو علیحدہ کرنے کے لیے، کاربونیٹ کی تحلیل اور سلفائڈوں کی تکسید کے لیے، اس کے بعد اس میں چونے کا پتھر اور کوک ملا کر بلاسٹ بھٹی (Blast Furnace) میں اوپر سے ڈال دیا جاتا ہے۔ یہاں آکسائڈ کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے۔

بلاسٹ بھٹی میں، آئرن آکسائڈ کی تحویل مختلف درجۂ حرارت کی رینج میں ہوتی ہے بھٹی کی تلی سے گرم ہوا کا جھونکا دیا جاتا ہے جس سے کوک گرم ہو کر بھٹی کی تلی میں 2200 K درجۂ حرارت پیدا کرتا ہے۔ اس عمل کے لیے درکار زیادہ حرارت جلتے ہوئے کوک کے ذریعہ سپلائی کی جاتی ہے۔ CO اور حرارت بھٹی کے بالائی حصہ کی طرف پہنچتے ہیں۔

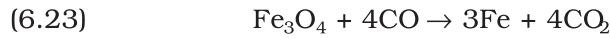
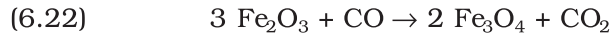
بالائی حصہ میں درجۂ حرارت کم ہو جاتا ہے اور اوپر کی طرف سے آرہے آئرن آکسائڈ (Fe_2O_3 اور Fe_3O_4) کی مرحلہ وار FeO میں تحویل ہو جاتی ہے۔

ان تعاملات کا خلاصہ ذیل میں دیا گیا ہے:

500 - 800 K (بلاسٹ بھٹی میں کم درجۂ حرارت کی رینج) پر، Fe_2O_3 پہلے Fe_3O_4 میں تحویل ہوتا ہے اس کے بعد FeO_3 میں تحویل ہوجاتی ہے۔

(6.22) $$3\,Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$

(6.23) $$Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$$

(6.24) $$Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$$

چونا پتھر بھی CaO میں تحلیل ہو جاتا ہے جو کہ کچ دھات کی سلیکیٹ ملاوٹوں کو سلیگ (Slag) کی شکل میں علیحدہ کر دیتا ہے۔ سلیگ پگھلی ہوئی حالت میں ہوتا ہے اور آئرن سے علیحدہ ہو جاتا ہے۔

900-1500 K (بلاسٹ بھٹی میں زیادہ درجۂ حرارت کی رینج) پر

(6.25) $$C + CO_2 \rightarrow 2CO$$

(6.26) $$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

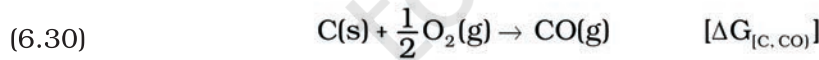
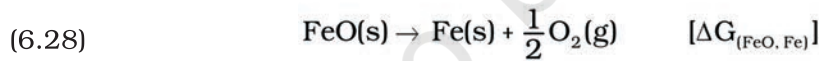
شکل 6.5: بلاسٹ بھٹی

حرحرکیات یہ سمجھنے میں ہماری مدد کرتی ہے کہ کوک آکسائڈ کی تحویل کس طرح کرتا ہے اور اس بھٹی کا انتخاب کیوں کیا جاتا ہے۔ اس عمل سے وابستہ ایک اہم تحویلی تعامل 6.27 ذیل میں دیا گیا ہے۔

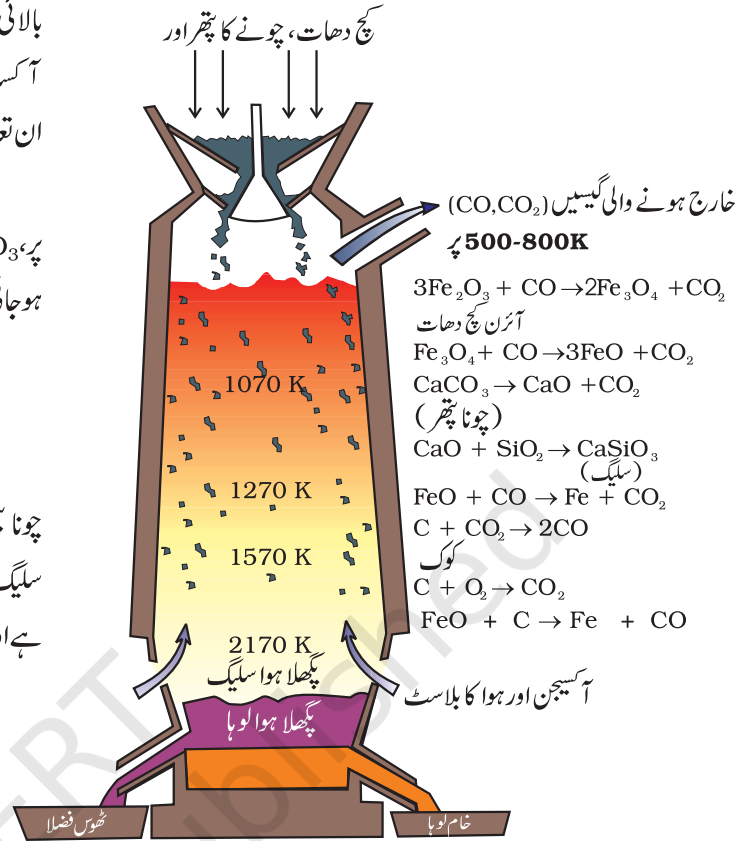
(6.27) $$FeO(s) + C(s) \rightarrow Fe(s/l) + CO\,(g)$$

اس تعامل کو دو سادہ تعاملات کے جوڑے کے طور پر دیکھا جا سکتا ہے جس میں تعامل مکمل ہوا ہے۔ ایک تعامل میں تو FeO کی تحویل ہوتی ہے اور دوسرے میں کاربن کی CO میں تکسید ہوتی ہے۔

(6.28) $$FeO(s) \rightarrow Fe(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \qquad [\Delta G_{(FeO,\,Fe)}]$$

(6.30) $$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) \qquad [\Delta G_{(C,\,CO)}]$$

جب دونوں تعامل ہوتے ہیں تو مساوات (6.27) حاصل ہوتی ہے اور نیٹ گبس توانائی تبدیلی مندرجہ ذیل ہوجاتی ہے۔

(6.30) $$\Delta_T G^{\ominus}_{(C,\,CO)} + \Delta_T G^{\ominus}_{(FeO,\,\,Fe)} = \Delta_r G^{\ominus}$$

فطری بات ہے کہ منتج تعامل (Resultant reaction) اسی وقت ہوگا جب مساوات 6.30 دائیں طرف منفی ہو۔ $\Delta G^{\ominus}$ اور T کے مابین گراف جو کہ تعامل 6.28 کو ظاہر کرتا ہے، گراف اوپر کی طرف جاتا ہے اور C → CO کی تبدیلی کو ظاہر کرنے والا گراف (C, CO) نیچے کی طرف جاتا ہے وہ ایک دوسرے کو 1073K پر کاٹتے

ہیں۔ 1073 K (تقریباً) سے زیادہ درجۂ حرارت پر C, CO لائن Fe, FeO لائن $[\Delta G_{(C,\ CO)} < \Delta G_{(Fe,\ FeO)}]$ کے نیچے آجاتی ہے۔ لہٰذا، اوپر درجۂ حرارت 900-1500K کی رینج میں کوک FeO کی تحویل کرتا ہے اور خود CO میں تکسید ہو جاتا ہے۔ آیئے ہم اسے شکل 6.5 کے ذریعہ سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں کہ 1673K (1400°C) پر تعامل $FeO \rightarrow Fe + O_2$ کے لیے $\Delta_T G$ کی قدر $+341 KJmol^{-1}$ ہوگی۔ اور تعامل (6.27) کے لیے یہ $2C+O_2 \rightarrow 2CO$ کے لیے $\Delta_2 G$ -44kJmol^{-1} ہوگی۔ اگر ہم پورے مکمل تعامل (6.27) کے لیے یہ قیمت -53KJ mog- ہوگی۔ لہٰذا (6.27) ممکن ہوجائے گا۔ اسی طرح CO کے ذریعہ نسبتاً کم درجۂ حرارت پر Fe_3O_4 اور Fe_2O_3 کی تحویل کی وضاحت شکل میں CO, CO_2 منحنی اور ان کے منحنیوں کے نقطہ تقاطع سے نیچے رہنے کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ (شکل 6.6)

شکل **6.6**: گیس توانائی بمقابلہ T پلاٹ کا آئرن کے آکسائڈ اور کاربن کی تشکیل کا گراف (النگھم شکل)

بلاسٹ بھٹی سے حاصل ہونے والا لوہا 4% کاربن اور دیگر کئی ملاوٹوں (مثلاً Mn، Si، P، S) پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ بہت کم مقدار میں ہوتی ہیں۔ اسے **پگ آئرن (Pig iron)** کہتے ہیں۔

اسے مختلف شکلوں میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ **ڈھلواں لوہا (Cast iron)**، پگ آئرن سے مختلف ہوتا ہے۔ اسے پگ آئرن کو پرانے لوہے اور کوک کے ساتھ گرم ہوا کے بلاسٹ سے پگھلا کر بنایا جاتا ہے۔ اس میں بہت کم مقدار میں کاربن ہوتا ہے (تقریباً 3%) اور یہ بہت زیادہ سخت اور پھوٹک (Brittle) ہوتا ہے۔

مزید تعاملات (Further Reductions)

پٹواں لوہا (Wrought Iron) صنعتی لوہے کی خالص ترین شکل ہے اور اسے ریوربیرٹری بھٹی جس میں ہیمیٹائٹ کا استر ہوتا ہے) لوہے میں موجود ملاوٹوں کی تکسید کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ یہ ہیمیٹائٹ کاربن کی کاربن مونو آکسائڈ میں تکسید کر دیتا ہے۔

$$Fe_2O_3 + 3\,C \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO \quad (6.31)$$

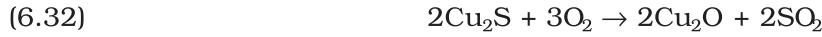
چونا پتھر فلکس کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ سلیکان اور فاسفورس کی تکسید ہو جاتی ہے اور یہ سلیگ کی شکل میں نکل جاتے ہیں۔ رولر کے ذریعہ سلیگ کو ہٹاتے ہوئے دھات کو علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔

(b) کیوپرس آکسائڈ (Copper (I) oxide) سے کاپر کا استخراج

[Extraction of copper from cuprous oxide [copper(I) oxide]

آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے $\Delta_r G^\ominus$ vs T گراف (شکل 6.4) میں Cu_2O لائن تقریباً سب سے اوپر ہے۔ لہٰذا، کاپر کی کچ دھاتوں کو کوک (C, CO اور C, CO_2 دونوں لائنیں گراف میں خاص طور پر K 500-600 کے بعد بہت نیچے ہیں) کے ساتھ گرم کر کے سیدھے ہی دھات میں تحویل کیا جاسکتا ہے۔ حالانکہ زیادہ تر کچ دھاتیں

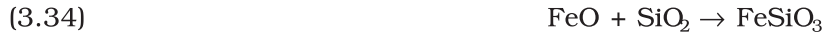
سلفائڈ کی شکل میں ہیں اور کچھ میں لوہا موجود ہوتا ہے۔ سلفائڈ کچ دھاتوں کی روسٹنگ/ اسمیلٹنگ کی جاتی ہے اور آکسائڈوں میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

(6.32) $$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

اب کوک کا استعمال کرکے آکسائڈ کی دھاتیں کاپر میں آسانی سے تحویل کی جاسکتی ہیں۔

(6.33) $$Cu_2O + C \rightarrow 2\ Cu + CO$$

حقیقی عمل میں، کچ دھات میں سلیکا ملا کر اسے ریوربیریٹری بھٹی میں گرم کیا جاتا ہے۔ بھٹی میں، آئرن آکسائڈ، آئرن سلیکیٹ کی شکل میں سلیگ کے طور پر نکل جاتا ہے اور کاپر، کاپر میٹ **(Copper matte)** کی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔ اس میں Cu_2S اور FeS موجود ہوتے ہیں۔

(3.34) $$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$

(سلیگ)

کاپر میٹ کو سلیکا استر والے کنورٹر میں چارج کیا جاتا ہے۔ باقی ماندہ FeO، FeS_2 اور Cu_2S/Cu_2O کو دھاتی کاپر میں تبدیل کرنے کے لیے کچھ سلیکا بھی ملائی جاتی ہے اور گرم ہوا کا جھونکا بھی دیا جاتا ہے۔ مندرجہ ذیل تعاملات واقع ہوتے ہیں۔

(6.35) $$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$

(6.36) $$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$

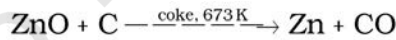
(6.37) $$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

(6.38) $$2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$$

حاصل ہونے والے ٹھوس کاپر میں پھپھولے (Blister) نظر آتے ہیں جو کہ SO_2 کے خارج ہونے کی وجہ سے بنتے ہیں اور اسی لیے اسے **پھپھولے دار تانبہ** کہتے ہیں۔

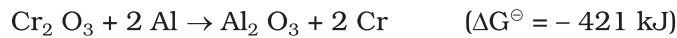
(c) زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج (Extraction of zinc from zinc oxide)

زنک آکسائڈ کی تحویل کوک کا استعمال کرکے کی جاتی ہے۔ زنک کے معاملے میں درجۂ حرارت کاپر کے کیس کے مقابلے زیادہ ہوتا ہے۔ گرم کرنے کے مقصد سے آکسائڈ میں کوک اور چکنی مٹی (Clay) ملاکر Brickettes بنالیے جاتے ہیں۔

$$ZnO + C \xrightarrow{coke,\ 673\,K} Zn + CO$$

دھات کو کشید کرکے اور تیزی سے ٹھنڈا کرکے حاصل کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

6.3 تعامل

$$Cr_2O_3 + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Cr \qquad (\Delta G^\ominus = -421\ kJ)$$

حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہے جیسا کہ گبس توانائی قدر ظاہر ہے۔ یہ کمرہ کے درجۂ حرارت پر کیوں ممکن نہیں ہے؟

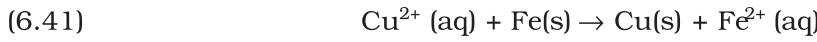
6.4 کیا یہ سچ ہے کہ کچھ مخصوص حالات میں Mg، SiO_2 کی تحویل کرسکتا ہے اور Si، Mg کی تحویل کرسکتا ہے۔

6.5 فلز کاری کے برق کیمیائی اصول (Electrochemical Principles of Metallurgy)

ہم دیکھ چکے ہیں کہ فلز کاری پر حرحرکیاتی اصولوں کا اطلاق کس طرح ہوتا ہے۔ اسی طرح کے اصول محلول یا پگھلی ہوئی حالت میں دھاتی آینوں کی تحویل میں مؤثر ہیں۔ یہاں ان کی تحویل الیکٹرولسس یا کچھ تحویلی عنصر ملا کر کی جاتی ہے۔ پگھلے ہوئے دھاتی نمک کی تحویل کے لیے الیکٹرولسس کا عمل بروئے کار لایا جاتا ہے۔ اس قسم کے طریقے برق کیمیائی اصولوں پر مبنی ہوتے ہیں جنہیں مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ سمجھا جا سکتا ہے۔

$$\Delta G^{\ominus} = - nE^{\ominus}F \quad (6.40)$$

یہاں n الیکٹرانوں کی تعداد ہے اور $E^{\ominus}$ نظام میں بننے والے ریڈاکس کپل کا الیکٹروڈ مضمر ہے۔ زیادہ تعامل پذیر دھات کے لیے الیکٹروڈ مضمر کی قدر زیادہ منفی ہوتی ہے لہٰذا ان کی تحویل ایک مشکل امر ہے۔ اگر مساوات 6.42 میں دو $E^{\ominus}$ قدروں کا فرق مثبت $E^{\ominus}$ اور اس کے نتیجے میں منفی $\Delta G^{\ominus}$ کے نظیری ہے تو کم تعامل پذیر دھات محلول سے باہر آ جائے گی اور زیادہ تعامل پذیر دھات محلول میں چلی جائے گی۔ مثلاً

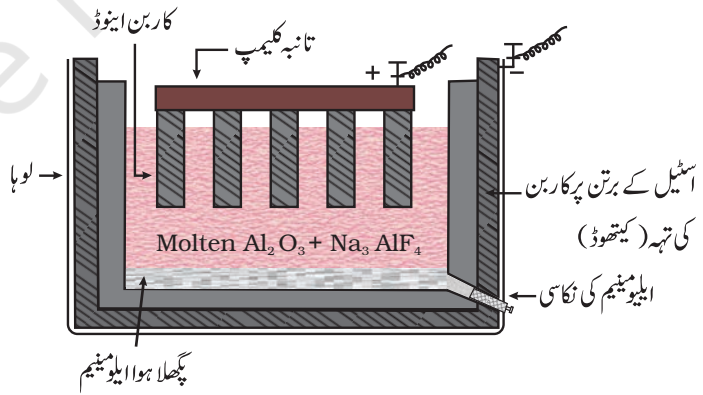
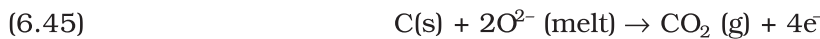
$$Cu^{2+} (aq) + Fe(s) \rightarrow Cu(s) + Fe^{2+} (aq) \quad (6.41)$$

سادہ الیکٹرولسس میں، M^{n+} آین منفی الیکٹروڈ (کیتھوڈ) پر ڈسچارج ہو جاتے ہیں اور وہاں جمع ہو جاتے ہیں۔ حاصل ہونے والی دھات کی تعاملیت پر غور کرنے کے دوران احتیاط سے کام لیا جاتا ہے اور مناسب مادوں کو الیکٹروڈ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ کبھی کبھی پگھلی ہوئی کمیت کو زیادہ ایصالی بنانے کے لیے فلکس کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ایلیومینیم (Aluminium)

ایلیومینیم کی فلز کاری میں تخلیص شدہ Al_2O_3 کی Na_3AlF_6 یا CaF_2 کے ساتھ آمیزش کی جاتی ہے۔ Na_3AlF_6 یا CaF_2 آمیزہ کا نقطہ گداخت کم کر دیتے ہیں اور اسے موصل بنا دیتے ہیں۔ پگھلے ہوئے میٹرکس کا الیکٹرولسس کیا جاتا ہے۔ اسٹیل کا برتن جس میں کاربن کی تہہ لگی ہوتی ہے کیتھوڈ کا کام کرتا ہے اور گریفائٹ کا اینوڈ استعمال کیا جاتا ہے۔ دھات میں تحویل کے لیے یہاں گریفائٹ اینوڈ کارگر ہے۔ کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2 \quad (6.42)$$

الیکٹرولسس کا یہ عمل عام طور سے Hall-Heroult پراسس کہلاتا ہے۔

پگھلی ہوئی شے کا الیکٹرولسس ایک الیکٹرولائٹک سیل میں کیا جاتا ہے جس میں کاربن الیکٹروڈوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اینوڈ پر خارج ہونے والی آکسیجن اینوڈ کے کاربن سے تعامل کر کے CO اور CO_2 بناتی ہے۔ اس طرح سے ہر ایک کلوگرام ایلیومینیم پیدا کرنے کے دوران 0.5 کلوگرام کاربن اینوڈ جل کر ختم ہو جاتی ہے۔ الیکٹرولائٹک تعاملات مندرجہ ذیل ہیں:

شکل 6.7: ایلیو مینیم کے استخراج کے لیے الیکٹرو لائٹک سیل

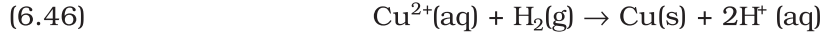
کیتھوڈ: $Al^{3+} (melt) + 3e^- \rightarrow Al(l) \quad (6.43)$

اینوڈ: $C(s) + O^{2-} (melt) \rightarrow CO(g) + 2e^- \quad (6.44)$

$C(s) + 2O^{2-} (melt) \rightarrow CO_2 (g) + 4e^- \quad (6.45)$

نچلے درجہ کی کچ دھاتوں اور کباڑ سے کاپر کا استخراج (Copper from Low Grade Ores and Scraps)

نچلے درجہ کی کچ دھاتوں سے کاپر کو ہائڈرو فلزکاری کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے۔ بیکٹر یا یا تیزاب کا استعمال کرکے اس کی لیچنگ کی جاتی ہے۔ Cu^{2+} پر مشتمل محلول کا بے کار لوہے یا H_2 سے تعامل کرایا جاتا ہے (مساوات 6.40؛ 6.46)۔

$$Cu^{2+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + 2H^+(aq) \quad (6.46)$$

مثال 6.4

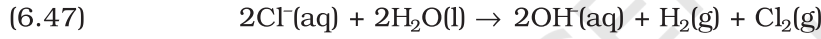
کسی جگہ پر کمترین درجہ کی کاپر کچ دھات اور زنک نیز لوہے کا کباڑ دستیاب ہے۔ لیچنگ کی گئی کاپر کچ دھات کی تحویل کے لیے کون سے دو اسکریپ مناسب رہیں گے اور کیوں؟

حل

زنک کیونکہ برق کیمیائی سلسلہ میں لوہے سے اوپر ہے (زنک زیادہ تعامل پذیر دھات ہے) اس لیے اگر زنک اسکریپ کا استعمال کیا جاتا ہے تو تحویل کا عمل تیزی سے ہوگا۔ لیکن زنک، لوہے کے مقابلے مہنگا ہے اس لیے آئرن اسکریپ کے استعمال کی صلاح دی جاتی ہے اور یہ مفید رہے گا۔

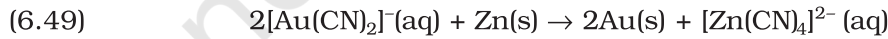
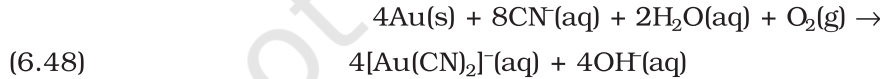
6.6 تکسید تحویل (Oxidation Reduction)

تحویل کے علاوہ، استخراج کے کچھ عمل تکسید پر مبنی ہیں خاص طور سے غیر دھاتوں کے لیے۔ تکسید پر مبنی استخراج کی سب سے عام مثال ہے برائن (سمندر کے پانی میں نمک کی شکل میں کلورین وافر مقدار میں موجود ہے) سے کلورین کا استخراج۔

$$2Cl^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g) + Cl_2(g) \quad (6.47)$$

اس تعامل کے لئے $\Delta G^\ominus$ کی قدر 422 kJ+ ہے۔ جب اسے $E^\ominus$ میں تبدیل کیا جاتا ہے ($\Delta G^\ominus = -nE^\ominus F$ کا استعمال کرکے) تو ہمیں $E^\ominus = -2.2$ V حاصل ہوتا ہے۔ فطری بات ہے اس کے لیے 2.2 V سے زیادہ بیرونی emf درکار ہوگا۔ لیکن الیکٹرولسس کے لیے اضافی مضمر توانائی درکار ہوگی تاکہ کچھ دیگر مزاحمتی تعاملات پر قابو پایا جاسکے۔ اکائی 3 سیکشن 3.5.1 اس طرح Cl_2 کو الیکٹرولسس کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے اس دوران H_2 اور آبی NaOH ضمنی ماحصلات کے طور پر حاصل ہوتے ہیں۔ پگھلے ہوئے NaCl کا بھی الیکٹرولسس کیا جاتا ہے۔ لیکن اس معاملے میں Na دھات حاصل ہوتی ہے NaOH نہیں۔

جیسا کہ پہلے مطالعہ کیا گیا ہے، گولڈ اور سلور کے استخراج میں دھات کی CN^- کے ساتھ لیچنگ کرائی جاتی ہے۔ یہ بھی ایک تکسیدی تعامل ہے ($Ag \rightarrow Ag^+$ or $Au \rightarrow Au^+$)۔ دھات کو بعد میں ہٹاؤ کے طریقہ سے حاصل کرلیا جاتا ہے۔

$$4Au(s) + 8CN^-(aq) + 2H_2O(aq) + O_2(g) \rightarrow 4[Au(CN)_2]^-(aq) + 4OH^-(aq) \quad (6.48)$$

$$2[Au(CN)_2]^-(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Au(s) + [Zn(CN)_4]^{2-}(aq) \quad (6.49)$$

اس تعامل میں زنک تحویلی ایجنٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔

6.7 تخلیص (Refining)

دھات کا استخراج کسی بھی طریقہ سے کیا جائے پھر بھی اس میں تھوڑی بہت ملاوٹیں ضرور موجود ہوتی ہیں۔ بہت زیادہ خالص دھات حاصل کرنے کے لیے متعدد تکنیکیں استعمال میں لائی جاتی ہیں جو کہ دھات اور ملاوٹ کی خصوصیات

میں فرق پر مبنی ہوتی ہیں۔ ان میں سے کچھ تکنیکیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

(a) کشید (b) اماعت

(c) برقی تخلیص (d) زون ریفائننگ

(e) بخارات ہئیت تخلیص (ویپر فیز ریفائننگ) (f) کرومیٹوگرافک طریقے

ان کی تفصیل ذیل میں پیش ہے:

(a) **کشید** (Distillation)

یہ طریقہ مرکری اور زنک جیسی کم نقطہ جوش والی دھاتوں کے لیے زیادہ مفید ہے۔ غیر خالص دھات کی تبخیر کر کے خالص دھات کو کشیدہ (distillate) کی شکل میں حاصل کیا جاتا ہے۔

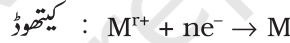
(b) **اماعت** (Liquation)

اس طریقے سے ٹن جیسی کم نقطہ گداخت والی دھات کو ایک ڈھلواں سطح پر بہایا جاتا ہے۔ اس طرح سے یہ زیادہ نقطہ گداخت والی ملاوٹوں سے علیحدہ ہو جاتی ہے۔

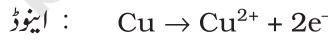
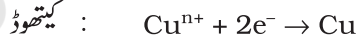
(c) **برقی تخلیص** (Electrolytic refining)

اس طریقے سے غیر خالص دھات کو اینوڈ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اسی دھات کی خالص شکل کا استعمال کیتھوڈ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ انہیں ایک مناسب الیکٹرولائٹک باتھ میں رکھا جاتا ہے جس میں اس دھات کا نمک موجود ہوتا ہے۔ زیادہ اساسی دھات محلول میں ہی رہ جاتی ہے اور کم اساسی دھات اینوڈ مڈ (Anode mud) کی طرف چلی جاتی ہے۔ اس عمل کی تشریح الیکٹروڈ مضمر توانائی، زائد مضمر توانائی اور گبس توانائی کے تصور کا استعمال کر کے کی جا سکتی ہے جن پر آپ پچھلے سیکشنوں میں غور کر چکے ہیں۔ تعاملات اس طرح ہیں:

اینوڈ : $M \rightarrow M^{r+} + ne^-$

کیتھوڈ : $M^{r+} + ne^- \rightarrow M$ (6.50)

کاپر کی تخلیص الیکٹرولائٹک عمل کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ غیر خالص دھات کا استعمال بطور اینوڈ کیا جاتا ہے خالص دھات کی اسٹرپ کیتھوڈ کے طور پر استعمال میں لائی جاتی ہیں۔ الیکٹرولائٹ کاپر سلفیٹ کا تیزابی محلول ہوتا ہے اور الیکٹرولسس کا حتمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کاپر خالص شکل میں اینوڈ سے کیتھوڈ پر منتقل ہو جاتا ہے۔

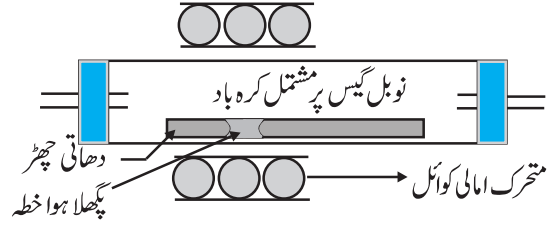
اینوڈ : $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

کیتھوڈ : $Cu^{n+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (6.51)

پھپھولے دار تانبہ میں موجود ملاوٹیں اینوڈ مڈ کی طرح جمع ہو جاتی ہیں جن میں اینٹی منی، سیلینیم، سلور، گولڈ اور پلیٹینم ہوتی ہیں۔ ان عناصر کے حصول سے تخلیص کا خرچ نکل آتا ہے۔

زنک کی تخلیص بھی اسی طریقے سے کی جاتی ہے۔

(d) **زون ریفائننگ** (Zone refining)

یہ طریقہ اس اصول پر مبنی ہے کہ ملاوٹیں دھات کی ٹھوس حالت کے مقابلے پگھلی ہوئی حالت میں زیادہ حل پذیر ہوتی ہیں۔ غیر خالص دھات کی چھڑ کے ایک سرے پر ایک موبائل ہیٹر نصب کر دیا جاتا ہے (شکل 6.8)۔ پگھلا ہوا زون ہیٹر کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے۔ جیسے جیسے ہیٹر آگے کی طرف بڑھتا ہے پگھلی ہوئی دھات

سے خالص دھات کرسٹلائز ہو جاتی ہے اور ملاوٹیں متصل پگھلے ہوئے زون میں چلی جاتی ہیں جو ہیٹر کی حرکت سے پیدا ہوئی ہے۔ اس عمل کو متعدد مرتبہ دوہرایا جاتا ہے اور ہیٹر کو بار بار ایک ہی سمت میں حرکت دی جاتی ہے۔ ملاوٹیں ایک سرے پر جمع ہو جاتی ہیں۔ اس سرے کو کاٹ کر علیحدہ کر لیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ نیم موصل تیار کرنے اور جرمینیم، سیلکان، بوراں، گیلیم اور انڈیم جیسی بہت زیادہ خالص دھاتوں کو حاصل کرنے کے لیے بہت مفید ہے۔

شکل 6.8: زون ریفائننگ

(e) ویپر فیز ریفائننگ (Vapour phase refining)

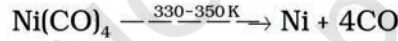
اس طریقے میں، دھات کو طیران پذیر مرکب میں تبدیل کیا جاتا ہے اور دوسری جگہ جمع کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس کی تحلیل کر کے خالص دھات حاصل کی جاتی ہے۔ اس کے لیے درج ذیل کی ضرورت ہوتی ہے۔

(i) دھات میں کسی دستیاب ریجنٹ کے ساتھ مل کر طیران پذیر مرکب بنانے کی صلاحیت ہونی چاہیے۔

(ii) طیران پذیر مرکب ایسا ہونا چاہیے کہ بآسانی تحلیل ہو سکے۔ اس سے دھات کا حصول آسان ہو جاتا ہے۔

مندرجہ ذیل مثالوں سے اس تکنیک کی وضاحت ہو جاتی ہے:

نکل کی تخلیص کے لیے مانڈ پراسس (Mond Process for Refining Nickel): اس عمل میں نکل کو کاربن مونو آکسائڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے جس سے طیران پذیر کمپلیکس یعنی نکل ٹیٹرا کاربونل حاصل ہوتا ہے۔ یہ کمپلیکس کو زیادہ درجۂ حرارت پر تحلیل ہو کر خالص دھات دیتا ہے۔

$$Ni + 4CO \xrightarrow{450-470\,K} Ni(CO)_4 \quad (6.52)$$

$$Ni(CO)_4 \xrightarrow{330-350\,K} Ni + 4CO \quad (6.53)$$

زرکونیم اور ٹائیٹینیم کی تخلیص کے لیے وان آرکل کا طریقہ (van Arkel Method for Refining Zirconium or Titanium): Zr اور Ti جیسی دھاتوں میں ملاوٹوں کی شکل میں موجود تمام آکسیجن اور نائٹروجن کو علیحدہ کرنے کے لیے یہ طریقہ بہت مفید ہے۔ خام دھات کو آیوڈین پر مشتمل ایک ویکوم شدہ برتن میں گرم کیا جاتا ہے۔ دھاتی آیوڈائڈ بہت زیادہ شریک گرفت ہونے کی وجہ سے طیران پذیر ہو جاتا ہے۔

$$Zr + 2I_2 \rightarrow ZrI_4 \quad (6.54)$$

دھاتی آیوڈائڈ کو ٹنگسٹن فلامینٹ پر تحلیل کیا جاتا ہے جو کہ بجلی کے ذریعہ 1800 K پر گرم ہوتا ہے۔ اس طرح خالص دھات فلامینٹ پر جمع ہو جاتی ہے۔

$$ZrI_4 \rightarrow Zr + 2I_2 \quad (6.55)$$

(f) کرومیٹو گرافک طریقے (Chromatographic methods)

آپ گیارھویں جماعت کے اکائی 12 میں اشیا کی تزکیہ کی کرومیٹوگرافی تکنیک کے بارے میں معلومات حاصل کر چکے ہیں۔

یہ کالم کرومیٹوگرافی کی ایسے عناصر کی تخلیص کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو کہ بہت کم مقدار میں دستیاب ہیں تیز ملاوٹوں کی کیمیائی خصوصیات اور تخلیص کیے جانے والے عنصر کی کیمیائی خصوصیات میں زیادہ فرق نہیں ہے۔

6.8 ایلیومینیم، کاپر، زنک اور آئرن کے استعمال (Uses of Aluminium, Copper, Zinc and Iron)

ایلیومینیم کی پنیوں کا استعمال غذائی اشیا کے ریپر کے طور پر کیا جاتا ہے۔ دھات کے باریک پاؤڈر کا استعمال روغن اور رریزش Lacquers میں کیا جاتا ہے۔ بہت زیادہ تعامل پذیر ہونے کی وجہ سے ایلیومینیم کا استعمال کرومیم اور مینگنیز کو ان کے آکسائڈوں سے حاصل کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ایلیومینیم کا استعمال کرومیم اور مینگنیز کو ان کے آکسائڈوں سے حاصل کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ایلیومینیم کے تاروں کا استعمال بجلی کے موصل کے طور پر کیا جاتا ہے۔ایلیومینیم پر مشتمل بھرتیں ہلکی ہونے کی وجہ سے کافی کارآمد ہوتی ہیں۔

تانبہ کا استعمال برقی صنعت میں کام آنے والے تار بنانے نیز پانی اور اسٹیم پائپ بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال کئی بھرتیں بنانے میں کیا جاتا ہے جو کہ خود دھات کے مقابلے کافی مضبوط ہوتی ہیں۔ مثلاً پیتل (زنک کے ساتھ)، کانسہ (ٹن کے ساتھ) اور سکہ بھرت (نکل کے ساتھ)۔

زنک کا استعمال لوہے کو جستانے (Galvanisation) میں کیا جاتا ہے۔ اسے بڑی مقدار میں کئی بھرتوں کے جزو ترکیبی کی شکل میں بیٹریوں میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ مثلاً پیتل (Cu 60%، Zn 40%) اور جرمن سلور (Cu 25-30 %، Zn 25 - 30%، Ni 40-50%)۔ زنک ڈسٹ کا استعمال رنگ اور روغن بنانے میں تحویلی ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

ڈھلواں لوہا، جو کہ لوہے کی اہم ترین شکل ہے، اسٹوو، ریلوے سلیپر، گٹر پائپ، کھلونے وغیرہ بنانے میں استعمال کی جاتی ہے۔اس کا استعمال پٹواں لوہا اور اسٹیل بنانے میں بھی کیا جاتا ہے۔ پٹواں لوہے کا استعمال لنگر، تار، بولٹ، زنجیریں اور زراعتی ساز وسامان بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اسٹیل کے کئی استعمال ہیں۔ لوہے میں دیگر دھاتوں کی آمیزش کرکے اسٹیل حاصل کیا جاتا ہے۔ نکل اسٹیل کا استعمال کیبل، آٹو موبائل ہوائی جہاز کے حصے، پنڈولم، پیمائشی فیتے بنانے میں کیا جاتا ہے۔ کروم اسٹیل کا استعمال کٹائی کے اوزار اور کرشنگ مشینیں بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اسٹین لیس اسٹیل کا استعمال سائکلیں، آٹوموبائل، برتن، پین وغیرہ بنانے میں کیا جاتا ہے۔

خلاصہ

اگر چہ جدید فلزکاری صنعتی انقلاب کے بعد بہت تیزی سے آگے بڑھی ہے، فلزکاری میں بہت سی جدید اصطلاحات (تصورات) کی جڑیں صنعتی انقلاب سے پہلے کے زمانے میں ہیں۔ تقریباً 7000 سال پہلے ہندوستان میں قدیم ہندوستان کے فلزکاروں کی اہم شراکت رہی ہے جسے فلزکاری کی عالمی تاریخ میں مقام ملنا چاہیے۔ زنک اور اعلیٰ کاربن اسٹیل کے معاملے میں قدیم ہندوستان نے جدید فلزکاری کی ترقی میں بنیاد فراہم کرنے میں اہم کردار ادا کیا ہے جس کی وجہ سے فلزکاری کے مطالعے کی شروعات ہوئی جو صنعتی انقلاب کا سبب بنی۔

دھاتیں کئی مقاصد کی تکمیل کے لیے ضروری ہیں۔ اس کے لیے ہمیں ان معدنیات سے ان کے استخراج کی ضرورت پیش آتی ہے جس میں یہ پائی جاتی ہیں اور جن سے ان کا استخراج تجارتی اعتبار سے آسان ہو۔ یہ معدنیات کچ دھاتیں کہلاتی ہیں۔ کچ دھاتوں میں کئی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ ایک مخصوص حد تک ان ملاوٹوں کو ارتکاز کے مرحلہ میں دور کر دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد مرتکز کچ دھات کو کیمیائی عملوں سے گزارا جاتا ہے جس کے نتیجے میں دھات حاصل ہوتی ہے۔ عام طور سے دھاتی مرکبات (آکسائڈ، سلفائڈ) کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے۔ کاربن، CO اور یہاں تک کہ کچھ دھاتیں بھی تحویلی ایجنٹ کے طور پر استعمال کی جاتی ہیں۔ تحویل کے عمل میں حرحرکیاتی اور برق کیمیائی تصوارت بروئے کار لائے جاتے ہیں۔ دھاتی آکسائڈ تحویلی ایجنٹ کے ساتھ تعامل کرتے ہیں؛ دھاتی آکسائڈ کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے اور تحویلی ایجنٹ کی تکسید ہو جاتی ہے۔ دونوں تعاملات میں نیٹ گبس توانائی کی تبدیلی منفی ہوتی ہے جو کہ درجۂ حرارت بڑھانے پر اور زیادہ منفی ہو جاتی ہے۔ ٹھوس سے رقیق یا گیس سے طبعی حالت کی تبدیلی اور گیسی حالتوں کی تشکیل پورے نظام کے لیے گبس توانائی میں تخفیف کے لیے ذمہ دار ہے۔ مختلف درجۂ حرارت پر اس قسم کے تکسیدی/تحویلی تعاملات کے لیے اس تصور کو گراف کی شکل میں $\Delta G^{\ominus}$ vs T کے پلاٹ (ایلنگھم ڈائی گرام) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ الیکٹروڈ مضمر کا تصور ان دھاتوں کی علیحدگی کے لئے مفید ہے جہاں دو ریڈاکس جفتوں کا حاصل جمع مثبت ہوتا کہ گبس توانائی کی تبدیلی منفی ہو جائے۔ عام طریقوں سے حاصل کی گئی دھاتوں میں ابھی بھی معمولی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ خالص دھات حاصل کرنے کے لیے تخلیص کا عمل درکار ہوتا ہے۔ تخلیص کا عمل ملاوٹوں اور دھات کی خصوصیات میں فرق پر منحصر ہوتا ہے۔ ایلیومنیم کا استخراج عام طور سے باکسائٹ کچ دھات کی NaOH سے لیچنگ کے ذریعہ عمل میں لایا جاتا ہے۔ اس طرح جو سوڈیم ایلیومنیٹ حاصل ہوتا ہے اس کی تعدیلی کے نتیجے میں ہائڈریٹڈ آکسائڈ حاصل ہوتا ہے جس میں فلکس کے طور پر کرایولائٹ ملا کر الیکٹرولائز کیا جاتا ہے۔ لوہے کا استخراج اس کی آکسائڈ کچ دھات کی بلاسٹ بھٹی میں تحویل کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ تانبہ کا استخراج ریور بیریٹری بھٹی میں اسمیلٹنگ اور گرم کر کے کیا جاتا ہے۔ زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج کوک کا استعمال کر کے کیا جاتا ہے۔ دھات کی تخلیص کے لیے کئی عمل بروئے کار لائے جاتے ہیں۔ دھاتوں کا عام طور سے استعمال بڑے پیمانے پر کیا جاتا ہے اور مختلف صنعتوں کی ترقی میں ان کا اہم تعاون ہے۔

کچھ دھاتوں کے وقوع اور استخراج کا خلاصہ مندرجہ ذیل جدول میں پیش کیا گیا ہے

دھات	وقوع	استخراج کے عام طریقے	ریمارک
ایلیومنیم	1۔ باکسائڈ $Al_2O_3.\ x\ H_2O$ 2۔ کرایولائٹ Na_3AlF_6	پگھل ہوئے Na_3AlF_6 میں حل شدہ Al_2O_3 کا الیکٹرولسس	استخراج کے لیے بجلی کا ایک اچھا ماخذ درکار ہوتا ہے۔
آئرن	1۔ ہیمیٹائٹ Fe_2O_3 2۔ میگنیٹائٹ Fe_3O_4	CO اور کوک کے ساتھ بلاسٹ بھٹی میں آکسائڈ کی تحویل	2170 K درجۂ حرارت درکار ہوتا ہے۔

تانبہ	1۔ کاپر پائرائٹ $CuFeS_2$ 2۔ کاپر گلانس Cu_2S 3۔ میلیکائٹ $CuCO_3.Cu(OH)_2$ 4۔ کیوپرائٹ Cu_2O	سلفائٹ کی جزوی روسٹنگ اور تحویل	ایک مخصوص ڈیزائن کے کنورٹر میں یہ ازخود تحویل ہوتا ہے۔ تحویل کا عمل آسانی سے ہوتا ہے۔ کم درجہ کی کچ دھاتوں کی فلزکاری میں سلفیورک ایسڈ لیچنگ کا بھی استعمال کیا جاتا ہے۔
جستہ	1۔ زنک بلینڈ یا اسفلیرائٹ ZnS 2۔ کیلیمائن $ZnCO_3$ 3۔ زنسائٹ ZnO	روسٹنگ اور اس کے بعد کوک کے ساتھ تحویل	دھات کی کسری کشید کے ذریعہ تخلیص کا جاسکتی ہے۔

مشقیں

6.1 کاپر کا استخراج ہائڈرولفزکاری کے ذریعہ کیا جاسکتا ہے لیکن زنک کا نہیں تشریح کیجیے۔

6.2 فراتھ فلوٹیشن کے طریقے میں مسکن (Depressant) کا کیا رول ہے؟

6.3 تحویل کے ذریعہ آکسائڈ کچ دھات کے مقابلے پائرائٹ کچ دھات سے کاپر کا استخراج ایک مشکل کام کیوں ہے؟

6.4 تشریح کیجیے: (i) زون ریفائننگ (ii) کالم کرومیٹوگرافی

6.5 673 K پر C اور CO میں سے کون بہتر تحویلی ایجنٹ ہے؟

6.6 کاپر کی الیکٹرولائٹک تخلیص میں اینوڈ مڈ میں موجود عام عناصر کے نام بتائیے۔ یہ کیوں موجود ہوتے ہیں؟

6.7 لوہے کے استخراج کے دوران بلاسٹ بھٹی کے مختلف خطوں میں ہونے والے تعاملات لکھیے۔

6.8 زنک بلینڈ سے زنک کے استخراج میں ملوث کیمیائی تعاملات لکھیے۔

6.9 کاپر کی فلزکاری میں سلیکا کا رول بیان کیجیے۔

6.10 اگر کوئی شے کم تر مقدار میں حاصل ہو تو تخلیص کی کون سی تکنیک زیادہ کارگر ہوگی؟

6.11 اگر کسی شے میں موجود ملاوٹوں کے عناصر شے سے ملتے جلتے ہوں تو آپ تخلیص کے لیے کون سا طریقہ تجویز کریں گے؟

6.12 نکل کی ریفائننگ کا طریقہ بیان کیجیے۔

6.13 سلیکا پر مشتمل باکسائٹ کچ دھات میں آپ ایلیومینا سے سلیکا کو کس طرح علیحدہ کرسکتے ہیں؟ مساوات لکھیے اگر کوئی ہے۔

6.14 مثالیں دیتے ہوئے روسٹنگ اور تکلیس، کے درمیان فرق واضح کیجیے۔

6.15 ڈھلواں لوہا (Cast iron) پگ آئرن (Pig iron) سے کس طرح مختلف ہے؟

6.16 معدنیات اور 'کچ دھات' کے درمیان فرق کیجیے۔

6.17 سلیکا کے استر والے کنورٹر میں سلیکا میٹ کیوں رکھا جاتا ہے؟

6.18 ایلیومینیم کی فلزکاری میں کرایولائٹ کیا رول ہے؟

6.19 کم درجہ کی کاپر کچ دھاتوں کے معاملے میں لیچنگ کس طرح کی جاتی ہے؟

6.20 CO کا استعمال کرکے تحویل کے ذریعہ زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج کیوں نہیں کیا جاتا؟

6.21 Cr_2O_3 کی تشکیل کے لیے $\Delta_fG^\ominus$ کی قدر $-540\ kJ\ mol^{-1}$ ہے اور Al_2O_3 کے لیے $-827\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ کیا Al کے ساتھ Cr_2O_3 کی تحویل ممکن ہے؟

6.22 ZnO کے لیے C اور CO میں کون بہتر تحویلی ایجنٹ ہے؟

6.23 کسی مخصوص معاملے میں تحویلی ایجنٹ کا انتخاب حرحرکیاتی فیکٹر پر منحصر ہوتا ہے۔ آپ اس بیان سے کہاں تک متفق ہیں؟ اپنی رائے کی حمایت میں دو مثالیں پیش کیجیے۔

6.24 اس عمل کا نام بتائیے جس کے ذریعہ کلورین کو ضمنی ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔ اگر NaCl کے آبی محلول کا الیکٹرولسس کرایا جائے تو کیا ہوگا؟

6.25 ایلیومینیم کی برق فلز کاری میں گریفائٹ کا کیا رول ہے؟

6.26 مندرجہ ذیل طریقوں سے دھاتوں کی تخلیص کے اصولوں کو بیان کیجیے:

(i) زون ریفائننگ

(ii) الیکٹرولائٹک ریفائننگ

(iii) ویپر فیز ریفائننگ

6.27 ان حالات کا بیان کیجیے جن کے تحت MgO کی تحویل Al کے ذریعہ ممکن ہے۔

[اشارہ: متن پر مبنی سوال 6.4 ملاحظہ کیجیے]

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

6.1 وہ دھاتیں جن میں کوئی ایک جزو (چاہے وہ ملاوٹ ہو یا خود وہ کچ دھات ہو) مقناطیسی ہے مرتکز کی جاسکتی ہیں مثلاً لوہے پر مشتمل کچ دھاتیں (ہیمیٹائٹ، میگنیٹائٹ، سِڈیرائٹ اور آئرن پائرائٹ)۔

6.2 لیچنگ ایک اہم عمل ہے کیونکہ یہ باکسائٹ کچ دھات سے SiO_2، Fe_2O_3 جیسی ملاوٹوں کو علیحدہ کرنے میں معاون ہے۔

6.3 ایکٹیویشن انرجی کی ایک مخصوص مقدار ان تعاملات کے لیے بھی ضروری ہے جو حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہیں۔ لہٰذا گرم کرنے کا عمل درکار ہے۔

6.4 جی ہاں 1350°C سے نیچے Mg، Al_2O_3 کی تحویل کرسکتا ہے اور 1350°C سے اوپر Al، MgO کی تحویل کرسکتا ہے۔ یہ $\Delta G^\ominus$ vs T پلاٹ سے اخذ کیا جاسکتا ہے (شکل 6.4)۔